

**COMMISSION DES  
COMMUNAUTÉS  
EUROPÉENNES  
DG XI  
200, rue de la Loi  
B - 1049 BRUXELLES**

**INSTITUT DES FORETS  
Département Foresterie**

**08 - BP 33**

**ABIDJAN - 08**

**PROJET ref. B7-8110/93/1187/AO/B4**

**ANALYSE DE L'IMPACT DES FEUX DE BROUSSE  
SUR L'EVOLUTION  
DES LIGNEUX, DES HERBACÉES ET DES SOLS  
EN ZONE DE SAVANE**

**RAPPORT FINAL D'ACTIVITÉS  
DU PROJET**

**5 mars 1998**

---

Les personnes suivantes ont participé à la mise en oeuvre du projet :

- **Pity Ballé** : Directeur du Département foresterie de l'Institut des forêts
- **N'Klo Ouattara** : chercheur, chef de la station Kamonon Diabaté à l'Idefor-dfo
- **Alassane Coulibaly** : technicien supérieur à l'Idefor-dfo
- **Antoine N'Guessan** : botaniste à l'Idessa
- **Dominique Louppe** : chercheur Cirad-forêt, chef du programme savane à l'Idefor-dfo
- **Robert Oliver** : pédologue au Cirad-ca
- **Didier Lesueur** : spécialiste des rhizobiums au Cirad-forêt
- **Marc Ducouso** : spécialiste des mycorhizes au Cirad-forêt
- **Luc Abbadie** : du laboratoire d'écologie de l'Ecole normale supérieure
- **Michel Lepage** : laboratoire d'écologie de l'Ecole normale supérieure

## RÉSUMÉ

Ce rapport présente les travaux menés de 1994 à 1997 sur les parcelles feux d'Aubréville à Kokondékro, près de Bouaké en Côte d'Ivoire. Ce dispositif d'étude de l'impact des feux de brousse a été installé, en 1936, à Kokondékro, par A. Aubréville.

Dans cet essai qui couvre 6 ha utiles, chaque arbre a été cartographié par SIG. Des études botaniques et sur la faune et la flore du sol ont été menées. Des travaux sur la chimie et la physique des sols ont été faits.

Les résultats montrent l'effet destructeur des feux tardifs de fin de saison sèche sur la végétation ligneuse. Les feux précoces conduisent à deux formations végétales différentes en fonction du type de sol. Sur sol riche, se réinstalle progressivement une forêt dense semi-décidue ; sur sol pauvre, une savane arborée se maintient. Quant à la protection intégrale, elle permet la reconstitution d'une forêt secondaire dense de type semi-décidu.

Contrairement à ce à quoi l'on pouvait s'attendre, le passage d'un feu tardif n'augmente pas la température du sol à un cm de profondeur. Seules les turricules de vers de terre sont "cuits" par la chaleur.

Les sols des parcelles soumises aux feux ont une micro et une méso-porosité plus importante et, par contre, une macroporosité réduite de 50% environ par rapport à la parcelle en protection intégrale qui présente la meilleure porosité globale. L'indice de stabilité structurale montre que les trois parcelles peuvent être classées dans les sols à structure très stable.

Au niveau chimique, la parcelle protégée présente les teneurs les plus élevées et le complexe absorbant le plus riche notamment en magnésium et potassium. Le pH est légèrement plus acide dans les parcelles brûlées qui ont une teneur en manganèse plus élevée. Toutes les parcelles sont pauvres en phosphore assimilable. La variation de la teneur en carbone total et en azote organique a été mesurée jusqu'à 1,35 m de profondeur.

Le taux de matière organique (H 0-15) passe de 3,32 % pour la parcelle protégée à 2,63 % pour la parcelle sous feux tardifs et 1,79 % sous feux précoces.

La parcelle feux tardifs montre la plus forte biomasse racinaire dans les 30 premiers cm de sol, celle-ci semble favoriser l'abondance des oligochètes.

L'observation des spores du sol a révélé une diversité élevée dans la parcelle protégée: 24 types de spores. Dans les parcelles soumises aux feux, les spores sont beaucoup plus nombreuses mais moins diversifiées (11 types de spores au total dont 2 très fréquents et 9 rares).

Mots clés : Côte d'Ivoire, feux, protection des forêts, savane, végétation, sols.

## INTRODUCTION

La Communauté Economique Européenne a apporté un appui financier à l'IDEFOR-DFO pour l'étude de parcelles soumises à divers traitements de mise à feu pendant près de soixante ans.

Les "Parcelles feux d'Aubréville" sont une expérimentation mise en place par A. Aubréville, dans la forêt classée de Kokondékro, à quelques kilomètres au sud de Bouaké, en Côte d'Ivoire. L'essai vise à montrer l'effet néfaste des feux de brousse sur la végétation ligneuse. Il faut se rappeler qu'au début des années trente, en Côte d'Ivoire<sup>1</sup>, la polémique portait sur l'origine artificielle des savanes du plateau mossi, du pays sénoufo et du "V" baoulé. D'aucuns prétendaient que ces savanes étaient d'origine édaphique, que ni le sol ni le climat n'autorisaient de formation végétale plus fermée. D'autres, parmi lesquels d'éminents forestiers comme Bégué et Aubréville, assuraient que le climax de ces contrées était la forêt ; que la cause majeure de la disparition de cette forêt était l'usage abusif du feu de brousse. Ce feu qui est omniprésent et est utilisé comme outil de dégagement, de nettoyage des terres agricoles, de rajeunissement des pâturages et de chasse.

Comment démontrer les rôles de l'homme et du feu dans la création et le maintien des savanes si ce n'est par l'installation d'une expérimentation spécifique ? Ainsi, Aubréville fit-il mettre en place trois essais. Un seul, suivi régulièrement, a traversé les décennies : celui de Kokondékro. Il nous offre, aujourd'hui, des résultats intéressants.

## DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

### Conditions environnementales

La forêt de Kokondékro est située dans une zone de transition entre les climats soudano-guinéen et guinéen forestier au sens d'Aubréville [1950]. La saison sèche s'étend de novembre à mars. La saison des pluies montre généralement deux maxima pluviométriques (juin et septembre) mais, parfois, la petite saison sèche de juillet-août ne parvient pas à s'installer. Les précipitations annuelles moyennes sont de 1.086 mm (1974-1990) avec de grandes fluctuations inter annuelles. La température annuelle moyenne est de 26°C.

La roche-mère est un granite calco-alcalin qui affleure par endroit dans la partie basse de l'essai. La partie amont des parcelles expérimentales repose sur une dalle

---

<sup>1</sup>. Dont la Haute Côte d'Ivoire qui est à présent le Burkina Faso.

latéritique fossile et la partie aval, sur un sol de pente à gravillons quartzeux et ferrugineux.

Le dispositif, installé au centre de la forêt classée de Kokondékro, est entouré de formations forestières naturelles (partie amont de chaque parcelle) et artificielles (plantations de *Cassia siamea*, *Gmelina arborea* et *Tectona grandis* datant du début des années 40).

## **Etudes entreprises dans le cadre du Projet**

### **Végétation ligneuse**

Connaître l'état de la végétation ligneuse a été le premier objectif que se sont assigné les chercheurs. Mais ils ont souhaité le faire avec précision et pouvoir cartographier l'état de cette flore. C'est pourquoi, un réseau de bornes en béton a été installé sur les parcelles. Ces bornes, distantes de 10 m matérialisent des placettes d'un are dans lesquelles chaque arbre a été localisé en coordonnées cartésiennes. Cet inventaire forestier a duré plus de six mois et a permis de récolter une foule d'informations. Cette étude a été faite en collaboration avec le Cirad-forêt.

### **Végétation herbacée**

Un inventaire floristique a été fait dans chacune des parcelles, ce qui a permis de mettre en évidence les différences de composition botanique de la strate herbacée en fonction du traitement "feu". Cette étude a été menée en collaboration avec l'Idessa.

### **Sol**

Le sol a fait l'objet de plusieurs études car nous pensions que le feu modèle aussi bien l'activité biologique dans le sol qu'au dessus.

#### **Etat physico-chimique des sols**

Des prélèvements spécifiques ont été effectués, sur les 15 premiers cm de sol, pour analyses granulométriques, chimiques, physiques et de fractionnement de la matière organique (En collaboration avec le Cirad). Pour l'étude plus particulière de l'azote et du carbone sur l'ensemble du profil, certaines anciennes fosses pédologiques ont été rafraîchies pour effectuer des prélèvements jusqu'à une profondeur de 135 cm (en collaboration avec l'Ecole normale supérieure).

#### **Litière et développement racinaire**

Une mesure de la biomasse sèche en surface du sol et de la biomasse racinaire des 30 premiers cm de sol ont été faites. Ces observations portent à la fois sur les racines des arbres et des herbes, sans distinction, mais présentent des résultats intéressants.

### Macrofaune du sol

Deux séries de prélèvements de la macrofaune du sol ont été effectuées au cours de la saison des pluies. Cette étude a permis de mettre la richesse et la diversité de cette macrofaune en relation avec l'état du couvert végétal. (En collaboration avec l'Université de Paris XII).

### Symbiotes : rhizobiums et mycorhizes

Des prélèvements de sol et de racines ont été faites pour estimer la richesse et la diversité de la microflore du sol sous les différents traitements ainsi que le statut mycorhizien de quelques espèces ligneuses. (En collaboration avec le Cirad)

## Résultats

Outre les différents rapports internes, trois publications ont été faites :

- ◆ Louppe, D., N. Ouattara & A. Coulibaly. 1995. Effets des feux de brousse sur la végétation. *Bois et forêt des tropiques*, **245**, 59-68.
- ◆ Louppe, D., N. Ouattara & A. Coulibaly. 1995. The effects of brush fires on vegetation : the Aubréville fire plots after 60 years. *Commonwealth forestry review* **74**(4), 288-292.
- ◆ Ouattara, N. & D. Louppe. 1996. Les "parcelles feux" d'Aubréville - Quelles leçons en tirer ? *Le Flamboyant* n° **38**, 26-28.

Les autres résultats sont consignés dans les rapports ci-après, joints au présent document dans lequel nous essayerons de résumer les principaux résultats.

- ◆ Louppe, D., N. Ouattara & A. Coulibaly. 1995. Effets des feux de brousse sur la végétation (60 années de suivi des parcelles feux d'Aubréville à Kokondékro - Côte d'Ivoire)
- ◆ Louppe, D. & N. Ouattara 1995. Les "parcelles feux" d'Aubréville - Quelles leçons en tirer ?
- ◆ Louppe, D. 1996. Température du sol après feu de brousse - Mise à feu de la parcelle "feux tardifs", Kokondékro - 8 mars 1996.
- ◆ Ouattara, N. 1996. Etude de la macrofaune du sol dans les parcelles feux de Kokondékro.

- ◆ Abbadie, L., P. Ballé & M. Lepage. 1997. Première évaluation des stocks de matière organique dans les sols dans les parcelles créées par Aubréville à Kokondékro.
- ◆ Oliver, R. 1997. Parcelles feux de Kokondékro - Interprétation des analyses effectuées sur les prélèvements d'avril 1996.
- ◆ Lesueur, D. & Ducouso, M. 1996. Compte-rendu de mission en Côte d'Ivoire du 11 au 21 octobre 1995. (*partim*)
- ◆ Ducouso, M. 1997. Récapitulatifs des principaux résultats obtenus et perspectives sur les mycorhizes et la mycorhization d'espèces d'intérêt agroforestier. (*partim*)

### Végétation ligneuse

L'expérience d'Aubréville, installée en 1937 à Kokondékro près de Bouaké en Côte d'Ivoire, nous donne quelques indications sur l'évolution de la composition botanique d'une forêt qui varie au cours du temps. (Louppe, D. *et al.* 1995, Louppe, D. & Ouattara, N. 1996). Lorsqu'on protège du feu une jachère dans laquelle n'existent que des espèces "savanicoles" caractéristiques des formations ouvertes où le feu passe régulièrement, apparaissent rapidement une série d'essences pionnières sensibles au feu. Petit à petit, elles prennent le pas sur les précédentes qui ne parviennent plus à se régénérer sous un couvert trop fermé. Puis, d'autres, plus sciaphiles envahissent l'étage dominant entraînant la disparition progressive des pionnières de taille moyenne. Les grands arbres pionniers, tels *Bombax buonopozense* ou *Ceiba pentandra*, qui dominent la forêt ne sont pas encore menacés. Cette évolution est illustrée par le nombre d'espèces ligneuses sur les deux hectares de la parcelle : 50 en 1937, 136 en 1976 et 117 en 1995. Telle est la situation après soixante années de suivi de l'expérimentation. Cependant, au cours de la saison des pluies de 1996, des tornades ont provoqué quelques chablis qui, en raison de l'importance du réseau de lianes qui a envahi les houpiers, ont provoqué des trouées de taille assez importante. Quelles espèces vont recoloniser ces trouées ? Savanicoles, pionnières ou sciaphiles ?

La succession d'espèces est différente en présence de feu : la même expérimentation montre que l'utilisation annuelle des feux précoces, de début de saison sèche, induit deux évolutions différentes selon la fertilité des sols. Sur les plus riches, le couvert se ferme petit à petit. Les vieilles termitières jouent un rôle essentiel au début de la recolonisation forestière : dépourvues d'herbes, elles permettent aux ligneux de se régénérer aisément. La croissance y est rapide car le sol est argileux, riche en azote et bien aéré. Il se crée ainsi de petits bosquets qui éliminent les herbacées de proche en proche, réduisent les risques de feu et permettent aux essences pyrotolérantes (qui tolèrent le passage occasionnel du feu) de s'installer. Ainsi, progressivement, la forêt se reconstitue. Le couvert devient continu après une trentaine d'années environ. Les feux précoces pénètrent rarement dans cette nouvelle forêt car les herbacées y sont

rare et trop humides encore en mi-décembre pour bien brûler. Cependant, les essences "pyrofuges" (qui ne supportent pas le moindre feu) ne parviennent pas à s'installer car un feu courant en année sèche, suffit à détruire les jeunes plants. La diversité botanique est ainsi réduite : 76 espèces contre 117 dans la parcelle protégée totalement des feux.

Sur les sols les moins fertiles, la strate ligneuse de la savane ne semble plus évoluer. De nombreux rejets des espèces de l'étage supérieur sont détruits chaque année par les feux et rares sont ceux qui parviennent, lors d'une année très pluvieuse, à se développer pour devenir des arbres. Une mortalité légère atteint les adultes blessés par les feux. Ainsi, par le jeu des recrutements et de la mortalité, le peuplement se maintient sans production apparente. De 60 espèces en 1937, il en reste 58.

Les feux annuels de fin de saison sèche, ont un effet désastreux sur la végétation ligneuse. Dès le début de l'expérimentation, toute régénération sexuée a disparu et les rejets et drageons, nombreux, n'ont jamais pu s'affranchir. Les sujets des espèces pyrorésistantes (qui supportent le passage répété des feux) déjà bien installés ont continué à se développer mais aussi, traumatisés par les feux violents, à disparaître progressivement. Le nombre d'espèces est passé de 62 en 1937 à 20 en 1995 et le nombre d'individus de 6.176 à 428.

### Conclusions pratiques

L'essai d'Aubréville permet de tirer, après soixante ans, quelques conclusions. Celles-ci seront utiles au gestionnaire forestier souhaitant aménager, pour une production soutenue et durable, des formations naturelles de la zone soudano-guinéenne.

Le feu précoce est souvent préconisé, dans le cadre d'aménagements forestiers, comme outil préventif de lutte contre les feux tardifs. Il a cependant certaines limites:

- Seule l'absence de feu permet de restaurer rapidement une formation naturelle fermée. Le feu précoce peut, néanmoins, être un outil de gestion forestière. Sur bons sols, il n'empêche pas le couvert de se refermer, quoique, moins rapidement qu'en protection intégrale. Sur sol pauvre, il devrait être à proscrire tout comme le feu tardif doit l'être partout.
- La connaissance du comportement des différentes essences vis à vis du feu, confrontée aux objectifs de l'aménagement, permettra de décider si le feu précoce est un outil adéquat. Par exemple, il est aberrant d'aménager une forêt pour la production de bois d'oeuvre avec une ou plusieurs espèces à favoriser, si celles-ci sont sensibles au feu et si, dans l'aménagement, l'utilisation des feux précoces préventifs est prévue.
- La connaissance de la succession des espèces au cours de la restauration du couvert forestier permettra d'exploiter les différentes essences avant qu'elles ne disparaissent naturellement. L'aménagement n'en sera que mieux valorisé et cette éclaircie devrait bénéficier aux espèces nobles.
- Le gestionnaire d'une forêt devra éviter une trop importante prolifération des lianes pour pérenniser la production ligneuse. Un délianage régulier, par

exemple à chaque rotation de 15 ou 20 ans, est indispensable à la bonne conformation des fûts des essences de valeur.

### Végétation herbacée

**Tableau : Végétation herbacée actuelle des trois parcelles**  
(espèces les plus fréquentes)

Parcelle protection intégrale	Parcelle feux précoces		Parcelle feux tardifs
	Partie haute	Partie basse	
<i>Opilia latifolia</i>	<i>Phyllanthus nummularifolia</i>	<u>Paocées 80 %</u>	<i>Panicum fragmitoides</i>
<i>Thonningia sanguinea</i>		<i>Elymandra androphila</i>	<i>Imperata cylindrica</i>
<i>Setaria barbata</i>	semis des arbres et	<i>Panicum fragmitoides</i>	<i>Cochlospermum planchonii</i>
<i>Opismenus burmannii</i>	arbustes	<i>Hyparrhenia smithiana</i>	<i>Lippia adoensis</i>
		<i>Euclastra condylotricha</i>	<i>Tephrosia sp.</i>
Ainsi que les semis de	<i>Paullinia pinata</i>		<i>Vernonia nigritana</i>
toutes les autres espèces	<i>Smilax kraussiana</i>	<u>Herbacées dicotylédones</u>	<i>Cyperus sp.</i>
des étages supérieurs	<i>Saba senegalensis</i>	<u>20%</u>	
	<i>Clerodendrum capitatum</i>	<i>Aspilia bussei</i>	
	<i>Lonchocarpus cyanescens</i>	<i>Cissus rufescens</i>	
	<i>Dioscorea bulbifera</i>	<i>Pseudarthria hookeri</i>	
	<i>Euclastra condylotricha</i>	<i>Vernonia guineensis</i>	
		<i>Lippia multiflora</i>	
		<i>Tephrosia bracteolata</i>	
		<i>Tephrosia elegans</i>	
		<i>Cassia mimosoïdes</i>	

On observe qu'au fur et à mesure que le couvert ligneux s'accroît le tapis herbacé essentiellement composé de graminées s'enrichit en dicotylédones. A partir d'un certain niveau de couvert, la strate herbacée s'enrichit très fortement en semis d'espèces ligneuses buissonnantes, arbustives ou arborées au dépend des monocotylédones. Le couvert se densifie ainsi encore plus et la strate herbacée, essentiellement composée de dicotylédones commence à s'éclaircir pour ne plus former un tapis continu. Dans le cas extrême de la parcelle en protection intégrales, les herbacées sont très clairsemées.

### Influences du feu sur le sol

#### Températures

Nous n'avons pu procéder qu'à une seule série de mesures, le 8 mars 1996. C'était un feu tardif, donc sur une biomasse importante et bien sèche. Le feu a été très violent : flammes de plusieurs mètres, cimes enflammées, etc. Malgré cela, son effet direct sur le sol semble être resté faible. Aucune mesure n'a pu être faite pendant le passage du feu mais il a été constaté que la température du sol à un centimètre de profondeur, moins d'une minute après le passage du feu, était inférieure de quelques degrés à celle d'un sol nu exposé au rayonnement solaire.



Ainsi, suite aux mesures effectuées, on pourrait croire qu'un feu violent et de courte durée n'est destructeur que pour la partie aérienne de la végétation et qu'il n'a que peu d'effets immédiats sur le sol. Son effet négatif sur le sol résulterait surtout de l'élimination de l'ombrage qui entraîne, par rapport à une formation forestière fermée, des augmentations de température du sol d'au moins 15°C en surface et de 10°C en profondeur. Ces variations thermiques journalières sont certainement défavorables à la faune et à la flore du sol.

Cependant, deux facteurs qui n'ont pu être mesurés, ont permis d'émettre des hypothèses bien moins optimistes mais qui restent à vérifier :

- le feu a laissé derrière lui un tapis de cendres noires qui absorbera le rayonnement solaire et fera monter les températures au-delà de celles observées sur un sol nu. Cette absorption de l'énergie n'a pas été observée le premier jour car elle n'intervient que lorsque les pailles brûlées se sont délitées et sont tombées sur le sol. Cet effet ne dure cependant que quelques jours.
- les températures juste au dessus du niveau du sol atteindraient, pendant le passage du feu, des valeurs suffisantes pour former une pellicule de terre cuite sur les turricules de vers de terre.

Cette dernière hypothèse pose la question "pourquoi n'est-ce pas l'ensemble de la surface du sol qui est cuite par le feu ?". Il est probable que les courants de convection induits par le feu laissent passer une fine lame d'air "frais" au niveau du sol empêchant celui-ci de s'échauffer trop ; mais aussi que la température de cet air suite au dégagement d'énergie de la combustion augmente très fortement de température dans les premiers centimètres. Ainsi, les turricules, qui forment des excroissances, pourraient cuire sans que le sol n'atteigne des températures suffisantes pour durcir.

Ces premières observations devront être renouvelées à l'avenir avec du matériel plus précis permettant de mesurer les températures à différents niveaux au dessus et dans le sol pendant et après le passage du feu. Des mesures de l'humidité de la végétation et du sol avant et après passage du feu devront également être effectuées.

### **Analyses chimiques**

L'analyse granulométrique de l'horizon 0-15 cm ne montre pas de différence entre la parcelle protection intégrale et la parcelle deux tardifs. Par contre, la parcelle feux précoces est beaucoup plus pauvre en éléments fins et plus riche en sables grossiers. Cette différence résulte peut être du fait que cette analyse n'a été faite que sur un seul échantillon par parcelle bien que cet échantillon, au niveau chimique soit comparable avec la moyenne de la parcelle.

Au niveau chimique, la parcelle protégée présente les teneurs les plus élevées et le complexe absorbant le plus riche notamment en magnésium et potassium. Le pH est légèrement plus acide dans les parcelles brûlées qui ont une teneur en manganèse plus élevée. Toutes les parcelles sont pauvres en phosphore assimilable mais les teneurs en carbone total et en azote total sont environ deux fois plus élevées dans la

parcelle protégée du feu. Le rapport C/N est de 12 dans la parcelle en protection intégrale contre 15 dans les parcelles brûlées où la minéralisation de la matière organique apparaît ainsi moins rapide.

Le taux de matière organique passe de 3,32 % pour la parcelle protégée à 2,63 % pour la parcelle sous feux tardifs et 1,79 % sous feux précoces. Le feu (intensité / durée) affecte donc fortement la matière organique mais on aurait pu s'attendre à une inversion entre le feu tardif et le feu précoce.

La variation de la teneur en carbone total et en azote organique a été mesurée jusqu'à 1,35 m de profondeur en profitant des anciens profils existants, ce qui peut avoir induit un léger biais. Cependant les valeurs observées dans les horizons supérieurs de ces profils "rafraîchis" sont voisines de celles des échantillons prélevés sur sol non remanié.

En surface, la teneur en carbone est plus élevée dans la parcelle protégée que dans la parcelle feux tardifs. En profondeur c'est le contraire. L'inversion intervient à environ 25 cm de profondeur. Sur l'ensemble du profil, la teneur totale en carbone organique pourrait être supérieure dans la parcelle en feux tardifs. La confirmation de cette hypothèse nécessite des études complémentaires.

L'effet du régime feu sur la teneur en azote est très sensible dans les 15 premiers cm. Les traitements se classent dans l'ordre suivant **protection > feu précoce haut** (actuellement sous forêt et ne brûlant plus) > **feu tardif > feu précoce**. Ce qui confirme les observations faites sur des échantillons indépendants. A plus de 15 cm, l'effet des feux sur l'azote disparaît. L'hypothèse a été émise que ceci est lié au métabolisme microbien de l'azote du sol : une partie de l'azote minéral serait immobilisée par la biomasse microbienne et demeurerait donc dans le profil, ce qui tendrait à réduire avec le temps d'éventuelles différences de concentrations initiales en azote organique. Pour vérifier cette hypothèse, une nouvelle campagne d'échantillonnage a été programmée, hors projet, pour 1998 en collaboration avec l'Ecole nationale supérieure.

### Analyses physiques

La porosimétrie au mercure permet d'évaluer le volume poreux d'un sol non remanié et la répartition de ce volume en fonction de la taille des pores. L'étude a été effectuée sur des prélèvements dans l'horizon 0-15 cm.

Au niveau moyen, les seules différences statistiquement significatives concernent la **densité apparente du sol : protection = feu tardif < feu précoce** et la **densité apparente de la terre fine : protection < feu tardif < feu précoce**.

La porosité matricielle qui développée par l'assemblage des particules les plus fines du sol est plus importante sous parcelle protégée, ce qui est vraisemblablement lié à une "protection" par la matière organique (micro-agrégats).

Les parcelles soumises aux feux ont une micro et une méso-porosité plus importante et, par contre, une macroporosité réduite de 50% environ par rapport à la parcelle en protection intégrale qui présente la meilleure porosité globale. Cette meilleure macroporosité est certainement liée à une meilleure activité de la macrofaune du sol dans cette parcelle.

L'indice de stabilité structurale montre que les trois parcelles peuvent être classées dans les sols à structure très stable : le feu n'affecte donc pas ce paramètre dans la situation présente. Ceci peut s'expliquer par le fait que le feu (tardif tout au moins) n'affecte pratiquement pas la température du sol.

### Macrofaune du sol

L'effet du mode de gestion du feu se fait sentir sur tous les facteurs étudiés : biomasse de la faune et nombre d'individus par classes. La profondeur de prélèvement n'a d'effet que sur les vers de terre qui sont préférentiellement dans les horizons supérieurs.

Curieusement, bien que le sol de la parcelle en protection intégrale ait la meilleure macroporosité, c'est elle qui présente (bien que non significativement) le moins de vers de terres et le moins de termites. C'est la parcelle feux tardifs qui a la biomasse de macrofaune la plus importante (bien que non significativement). Cette différence se marque néanmoins visuellement car la parcelle feux tardifs est celle qui présente le plus grand nombre de turricules de vers de terre. Cette abondance d'oligochètes peut être mis en relation avec l'abondance des racines dans cette parcelle (la relation nombre d'oligochètes / biomasse des racines est d'ailleurs très hautement significative).

### Rhizobiums et mycorhizes

En ce qui concerne le comptage des **rhizobiums** dans les prélèvements de sol, la manipulation, complexe et onéreuse, a échoué par suite d'une panne de la chambre de cultures où les températures ont augmenté jusque 50°C détruisant l'essai. Celui-ci n'a pu être repris car le laboratoire situé à Nogent-sur-Marne a été déménagé à Montpellier et a donc ainsi été mis "en veilleuse" pendant plusieurs mois. De nouveaux prélèvements seront réalisés hors projet pour étudier ce point qui nous semble important.

L'observation de la **mycorhization** de deux espèces (*Terminalia glaucescens* et *Pterocarpus erinaceus*) n'a pas permis de mettre en évidence de différences importantes entre les traitements "feu".

Par contre, l'observation des spores du sol a révélé une diversité élevée, notamment en espèces du genre *Scutellospora* dans la parcelle protégée (de 5 à 36 spores par 100 g et 24 types de spores au total). Dans les parcelles "feu tardif" et "feu précoce", les spores sont beaucoup plus nombreuses mais moins diversifiées (de 145 à 350 spores par 100 g de sol et 11 types de spores au total dont 2 très fréquents et 9 rares).

La partie de la parcelle "feu précoce" installée sur sol relativement riche et maintenant sous forêt n'a pas été prise en compte.

Dans la parcelle protégée, de nombreuses espèces ont été décrites à MA. Des ectomycorhizes ont été recherchées chez les espèces des familles suivantes : Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae et Myrtaceae. Aucune ectomycorhize typique n'a pu être observée directement *in situ*. Après coloration spécifique et observation au microscope, des ectomycorhizes ont été observées chez *Azelia africana*, *Anthonota crassifolia* et *Uapaca heudelotii*.

## CONCLUSION

Au niveau de la flore, il est indubitable que les feux de brousse ont un effet dégradant d'autant plus important que les feux sont tardifs. Ceci ne signifie cependant pas que l'usage des feux précoces permette de reconstituer un environnement forestier dans un laps de temps assez bref (à l'échelle forestière). L'usage des feux précoces à cette fin n'est envisageable que sur les sols les plus fertiles. La protection intégrale reste la seule technique garantissant un retour rapide de la forêt.

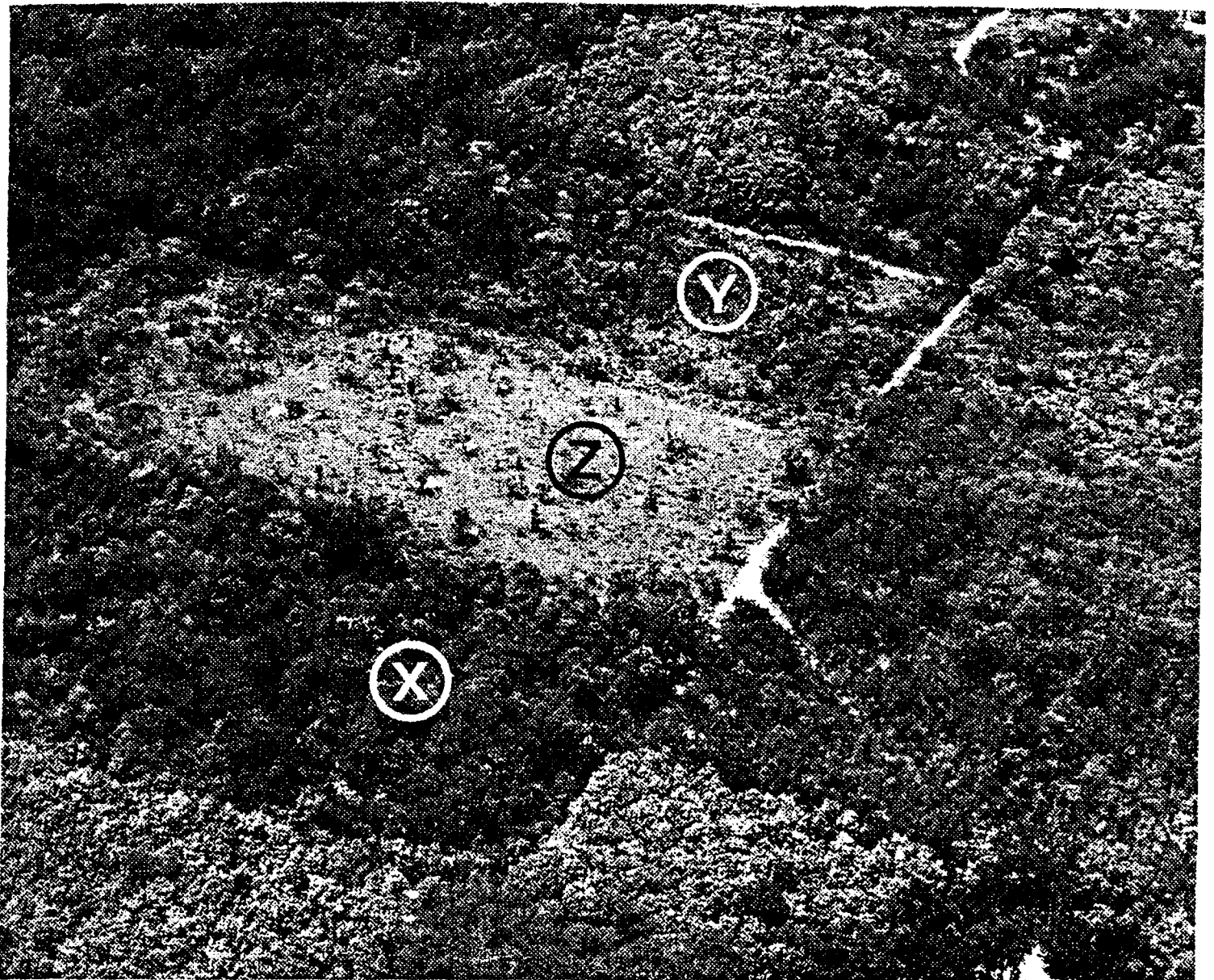
La protection contre les feux et le retour de la forêt dense semis décidue permettent une amélioration nette des qualités physico-chimiques des sols. Mais chose étrange, les feux précoces seraient plus néfastes au sol que les feux tardifs. Nous n'avons pu en déterminer la raison dans le cadre de ce projet. Il est probable que l'abondant chevelu racinaire des graminées a un impact important tant sur l'activité biologique du sol (qui n'est pas affectée par le passage du feu) que pour certaines caractéristiques physico-chimiques.

Ces dernières observations soulèvent de nouvelles questions sur l'effet réel des feux précoces sur l'écosystème. Questions auxquelles il serait intéressant de chercher à répondre par de nouvelles investigations.

# EFFETS DES FEUX DE BROUSSE SUR LA VÉGÉTATION

(60 Années de Suivi des Parcelles Feux  
d'Aubréville à Kogondékro - Côte d'Ivoire)

Dominique Louppe, N'Klo Ouattara et Alassane Coulibaly



Vue d'ensemble des parcelles feux en 1974.

**Effets des Feux de Brousse sur la Végétation Ligneuse  
(60 Années de Suivi des Parcelles Feux d'Aubréville à Kokondékro  
- Côte d'Ivoire)**

Dominique Louppe, N'Klo Ouattara et Alassane Coulibaly

La plus ancienne expérimentation d'Afrique sur la dynamique de la végétation ligneuse en fonction des feux de brousse date de 1936. Elle a été implantée à Kokondékro par A. Aubréville sur un terrain à végétation homogène, en jachère depuis 7 ans. Trois traitements sont appliqués à des parcelles unitaires de deux hectares : 1. protection intégrale contre le feu, 2. mise à feu annuelle précoce : 15 décembre et 3. mise à feu tardive : 10 mars. Sept inventaires complets, de 1937 à 1994, permettent de suivre l'évolution de la végétation ligneuse.

Dans la parcelle feux tardifs, le nombre d'espèces et le nombre d'individus régresse au cours du temps. En 1994, survivent seulement quelques sujets "pyrorésistants" bien installés. Leur fût est tortueux et leur cime endommagée par les feux intenses et répétés.

La parcelle feux précoces suit une autre évolution : le nombre d'espèces a augmenté depuis 1937 mais n'atteint que les deux tiers de la parcelle en protection intégrale. La pédologie a une importance déterminante. Sur sol fertile le couvert s'est refermé en 30 ans. Il limite le développement des graminées et empêche la progression du feu. La végétation a évolué vers la forêt sèche. Les essences installées depuis que les feux ont perdu de l'intensité présentent un fût à vocation future de bois d'oeuvre. Sur sol peu fertile, le couvert n'est pas encore fermé, les graminées se sont maintenues et les feux annuels continuent à détruire les bourgeons terminaux des jeunes plants. Les arbres ont une forme tortueuse et une vocation de bois d'énergie.

En l'absence de feu, la forêt dense semi-décidue se reconstitue. Le sous-bois est clair. Le nombre d'espèces est passé de 50 à 117. Les arbres présentent un fût généralement droit et cylindrique à vocation potentielle de bois d'oeuvre. C'est la seule parcelle où les lianes abondent.

Mots clés : feux de brousse, protection, évolution des formations naturelles, forme des arbres, zone de contact savane-forêt, Côte d'Ivoire.

Dominique Louppe - CIRAD-Forêt/IDEFOR-DFO  
08 BP 33 - Abidjan 08 - Côte d'Ivoire - Fax : 225-442108

N'Klo Ouattara & Alassane Coulibaly - IDEFOR-DFO  
Station de Korhogo - BP 947 - Korhogo - Côte d'Ivoire

## Introduction

Les forestiers de zone de savanes ont très tôt observé l'effet néfaste des feux de brousse sur les formations forestières. Dans les années trente, ils affirmaient que les feux répétés font régresser les forêts en savanes herbeuses de moins en moins boisées. Cependant, ils sont peu écoutés et "bien des gens restent encore sceptiques sur le caractère artificiel des savanes du pays sénoufo ou du pays Mossi" [Bégué, 1937] car ils les croient d'origine édaphique. Après des études phytosociologiques menées en 1931 et 1935 dans le nord de la Côte d'Ivoire, Bégué se demande si ce phénomène de savanisation est réversible, "si l'évolution des savanes herbeuses plus ou moins boisées vers des peuplements fermés est possible?... Nous n'hésitons pas - écrit-il - à répondre par l'affirmative à condition de supprimer radicalement les feux de brousse..."

Aubréville [1953] partage avec Bégué la conviction que le climax de la région de Bouaké est la forêt dense semi-décidue et que le feu est le facteur déterminant de la régression de ces formations forestières. Pour corroborer ses convictions, il se devait de répondre à deux questions :

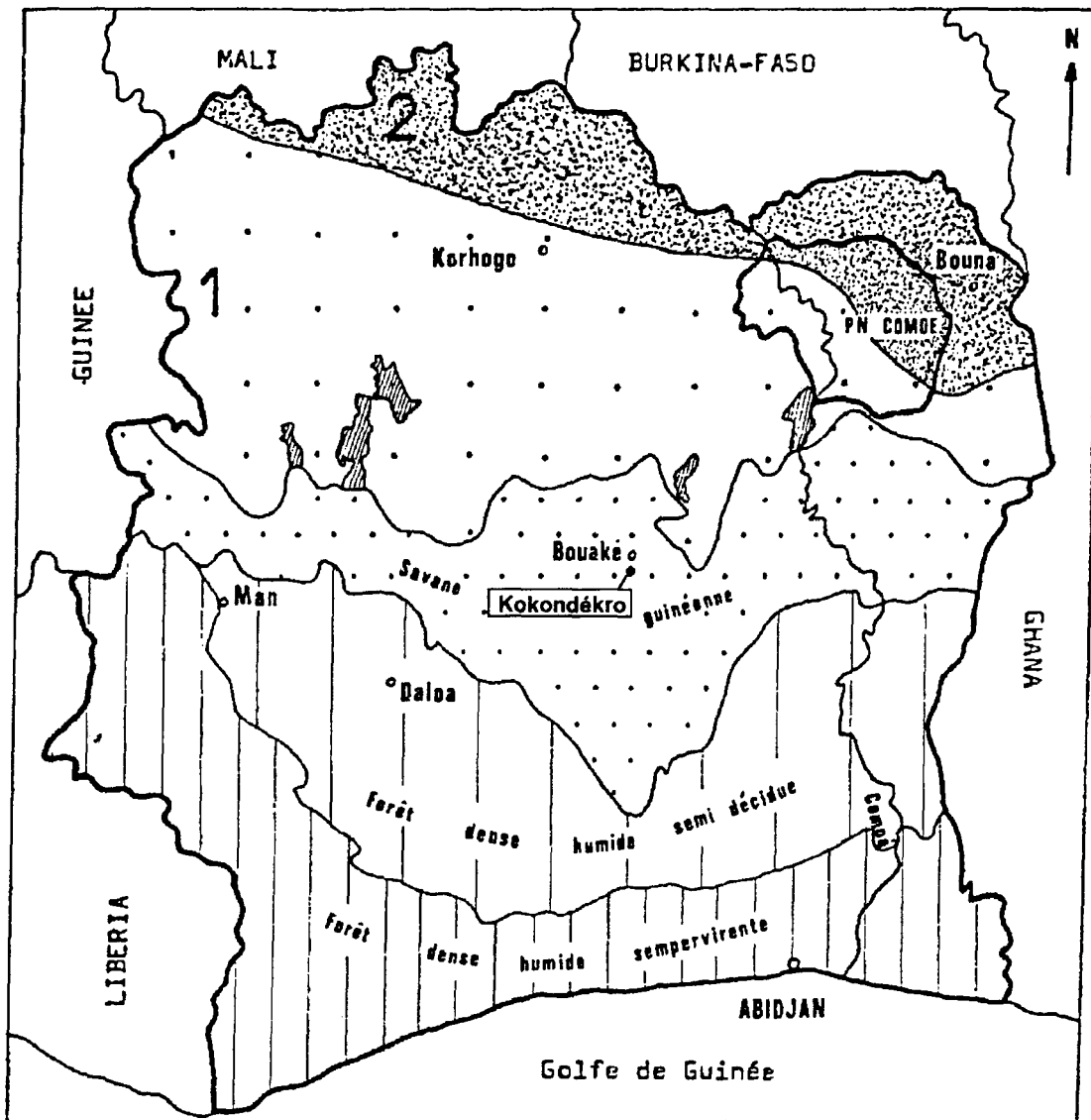
- la savane du centre et du nord de la Côte d'Ivoire est-elle anthropique ou édaphique ?
- quel rôle joue le feu dans la création des savanes et leur maintien ?

Pour trouver une réponse incontestable, il a initié en 1936 en Côte d'Ivoire, un réseau de trois dispositifs d'étude de l'impact des feux sur la végétation ligneuse. Celui de Kokondékro près de Bouaké, est le seul à ne pas avoir disparu. C'est actuellement, en Afrique, la plus ancienne expérimentation, régulièrement suivie, traitant des feux de brousse.

## Conditions environnementales

Kokondékro est situé dans une zone de transition entre les climats soudano-guinéen et guinéen forestier au sens d'Aubréville [1950]. La saison sèche s'étend de novembre à mars. La saison des pluies montre généralement deux maxima pluviométriques (juin et septembre) mais, parfois, la petite saison sèche de juillet-août ne parvient pas à s'installer. Les précipitations annuelles moyennes sont de 1.086 mm (1974-1990) avec de grandes fluctuations interannuelles. La température annuelle moyenne est de 26°C.

La roche-mère est un granite calco-alcalin qui affleure par place dans la partie basse de l'essai. La partie amont des parcelles expérimentales repose sur une dalle latéritique fossile et la partie aval, sur un sol de pente à gravillons quartzeux et ferrugineux.



CARTE DE LA VEGETATION DE LA COTE D'IVOIRE (Echelle 1/5.000.000è, d'après GUILLAUMET et ADJANOHOUN, 1971)



Le dispositif, installé au centre de la forêt classée de Kokondékro, est entouré de formations forestières naturelles (partie amont de chaque parcelle) et artificielles (plantations de *Cassia siamea*, *Gmelina arborea* et *Tectona grandis* datant du début des années 40).

### Dispositif expérimental

Il se compose de trois parcelles rectangulaires de 2 hectares (100 x 200 mètres) séparées par des pare-feu de dix mètres de large. Elles sont allongées dans le sens de la pente. Les cultures, le parcours ainsi que l'exploitation forestière sont interdits. A chaque parcelle est appliqué, annuellement, depuis 1937, un traitement différent :

- parcelle "X" : protection intégrale contre le feu ;
- parcelle "Y" : "feux précoces" avec mise à feu le 15 décembre en début de saison sèche ;
- parcelle "Z" : "feux tardifs" de fin de saison sèche, allumé au cours de la première quinzaine du mois de mars.

### En début d'expérience : une jachère de 6 ans

En 1930, à l'emplacement de l'essai, existait un parc arboré de sept hectares, cultivé en coton. Laissé en jachère depuis cette date, il a brûlé annuellement jusqu'en 1936. L'année suivante, lors du premier inventaire, les trois parcelles présentaient un aspect de savane arborée et une bonne homogénéité floristique (Tableau I).

**Tableau I. Nombre d'individus, en 1937, en fonction du traitement et du diamètre à 1,30 m.**

Classes de diamètre	Protection intégrale	Feux précoces	Feux tardifs
régénérations < 2 cm	1.262	1.805	1.535
>= 2 et < 5 cm	3.716	3.912	3.494
>= 5 et < 10 cm	1.855	1.271	1.675
>= 10 cm	172	113	184
Total	7.005	7.101	6.888

La parcelle en protection intégrale était, avec 50 espèces présentes, la plus pauvre du point de vue botanique. Les parcelles feux précoces et feux tardifs comptaient respectivement 62 et 60 espèces. Quelques gros arbres avaient été conservés dans les cultures et formaient l'étage dominant du peuplement : *Bridelia ferruginea*, *Cussonia arborea*, *Ficus capensis*, *Lannea barteri*, *Parkia biglobosa*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia glaucescens*, *Trichilia emetica* et *Vernonia colorata*.

## Suivi de l'expérimentation

Depuis la mise en place de l'essai, sept inventaires ont été effectués : en 1937, 1945, 1953, 1961, 1968, 1976 et en 1994. Les quatre premiers n'ont distingué que quatre classes de diamètre<sup>1</sup> : 0 à 2 cm ; 3 à 5 cm ; 6 à 10 cm ; 11 cm et plus. En 1968, trois classes ont été ajoutées : 11 à 15 cm ; 16 à 20 cm ; plus de 20 cm. L'inventaire de 1976 considérait des classes de diamètre de 2 en 2 cm jusque 34 cm, une classe 34 à 39 cm et une dernière de 40 cm et plus. En 1994, les mesures de circonférences ont été réalisées au centimètre couvert pour les tiges de 2 cm de circonférence et plus, qui ont toutes été repérées géographiquement, en coordonnées cartésiennes, au décimètre près. Ces relevés ont permis d'établir des cartes de distribution des différentes espèces.

Les comptages, depuis 1937, n'ont porté que sur la végétation ligneuse, sarmenteuse et lianescente ; les herbacées n'ont jamais été prises en compte sauf dans le cas de relevés ponctuels en 1951, 1976, 1984 et 1994. Considérées comme faisant partie de la strate herbacée, certaines espèces abondantes et de faible développement comme *Cochlospermum planchoni*, *Lippia rugosa*, *Pseudarthria hookeri*, etc., n'ont pas été inventoriées en 1994. *Phyllanthus nummularifolia* a envahi, depuis 1968, près des deux tiers de la parcelle feux précoces et le repérage de chaque plant s'est avéré impossible. L'abondance de cette espèce n'a été évaluée que par son taux de couverture par placeaux de 25 m<sup>2</sup>. Ces sous-ligneux avaient néanmoins fait l'objet de comptages lors des inventaires antérieurs. La méthodologie utilisée en 1994 (élimination de l'inventaire des sous-ligneux et des tiges de moins de deux centimètres de circonférence) induit donc une sous-estimation du nombre total de brins et d'espèces.

Ne seront exposés de façon détaillée que les résultats du dernier inventaire. L'évolution de la végétation ligneuse depuis l'installation du dispositif sera présentée succinctement car les données détaillées des inventaires précédents ne sont plus disponibles. La description de l'évolution de la végétation sera basée l'analyse de quelques rares publications : Aubréville (1953) ; Dereix & N'Guessan (1976) ; C.T.F.T.-C.I. (1969) ; Mensbruge (de la) & Bergeroo-Campagne (1958) ; N'Guessan (1984)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>. Toutes les mesures en circonférence et en diamètre ont été réalisées à 1,30 mètre au dessus du niveau du sol.

<sup>2</sup>. Dans la suite du texte, pour éviter de le surcharger, il ne sera plus fait référence à ces publications.

## La végétation après cinquante-huit années d'expérimentation

Le tableau II et les graphiques 1 et 2 présentent l'état de la végétation en 1994. La carte 1 montre la distribution des arbres de plus de 90 cm CHP.

### Protection intégrale : parcelle "X"

Après 65 ans de jachère dont 58 années de protection intégrale, la parcelle "X" supporte une forêt dense semi-décidue. (Photo 1) La canopée est pratiquement continue et envahie par les lianes. S'y observent des grands arbres : *Azelia africana*, *Antiaris africana*, *Bosquiea angolensis*, *Canarium schweinfurthii*, *Cassia siamea*, *Chlorophora excelsa*, *Cola cordifolia*, *Daniellia oliveri*, *Elaeis guineensis*, *Gmelina arborea*, *Khaya grandifoliola*, etc. Parmi eux, subsistent encore quelques rares espèces de savanes présentes dès le début de l'essai. Les autres sont, soit des espèces de lumière à croissance rapide de forêt dense sèche, soit des essences semi-décidues des formations secondaires, soit encore des espèces exotiques très dynamiques. Seuls quelques très grands individus de *Ceiba pentandra*, *Bombax buonopozense*, *Cassia siamea* et *Canarium schweinfurthii* surplombent cet ensemble dans la partie amont de la parcelle. Le sous-bois, qui était impénétrable il y a encore une vingtaine d'années [Dereix & N'Guessan, (1976)] s'est fortement éclairci suite à l'élévation et à la fermeture de la canopée. (Photo 2). Outre les régénérations, il comprend bon nombre d'arbustes ou de petits arbres caractéristiques de la forêt dense humide semi-décidue tels que *Aidia genipaeiflora*, *Antidesma membranaceum*, *Baphia purpurens*, *Eugenia* sp., *Lecaniodiscus cupanioides*, *Malacantha heudelotiana*, *Morelia senegalensis*, *Olax subscorpioidea*, *Ouratea glaberina*, *Pavetta corymbosa*, *Psychotria obskana*, *Rothmannia longiflora*, *Samanea dinklagei*, *Trichilia prieurana*, *Uapaca heudelotii*, etc. La strate herbacée très clairsemée comprend, entre autres, *Opilia latifolia*, *Thonningia sanguinea*, *Setaria barbata* et *Oplismenus baumanii*.

Dans cette parcelle ont été recensées 117 espèces dépassant deux centimètres de circonférence pour un total de 6.877 individus par hectare. La surface terrière est de 28,10 m<sup>2</sup>/ha.

Des traces d'exploitation légère pour la pharmacopée (*Olax subscorpioidea*, *Sarcocephalus latifolius*, etc.) ou le bois (*Cassia siamea*, *Daniellia oliveri*, etc.) ont été relevées. Peut-être correspondent-elles aux faibles valeurs de surface terrière apparaissant, au graphique 2, dans les classes de 30 à 50 cm de circonférence. Une autre explication des hiatus observés dans ce graphique, dans la courbe des surfaces terrières, au niveau certaines grosses classes de circonférence, pourrait-être que certaines espèces présentes en début ou en cours d'expérience ont régressé et/ou disparu depuis. Ces quelques observations permettent d'affirmer que les chiffres présentés ici ne

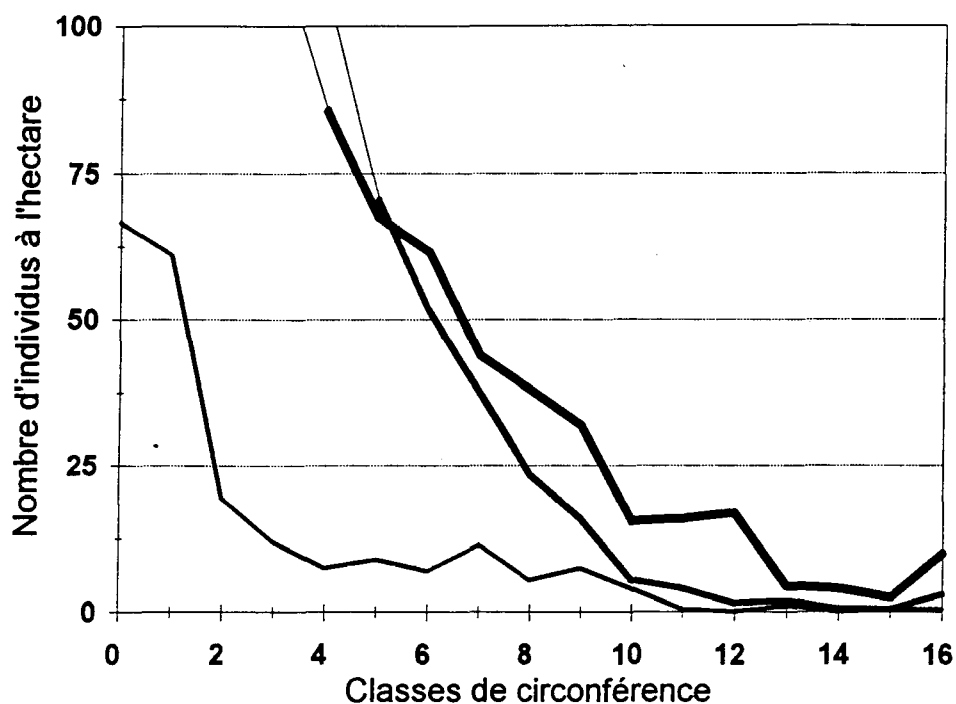
Tableau II :

## Parcelles feux de Kogondékro - Résultats de l'inventaire 1994

Espèces		Protection Intégrale		Feux précoces		Feux tardifs	
		nombre par parcelle	G (m²/ha)	nombre par parcelle	G (m²/ha)	nombre par parcelle	G (m²/ha)
<i>Azella africana</i>	Cesalpiniacées	80	0.6572	3	0.0178	3	0.0004
<i>Aidia genipaeiflora</i>	Rubiacees	1297	0.2186	174	0.0450	-	-
<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiacées	43	0.1448	6	0.0006	-	-
<i>Antiaris africana</i>	Moracées	105	0.0352	18	0.0590	-	-
<i>Antidesma membranaceum</i>	Euphorbiacées	276	0.5249	1	0.0005	-	-
<i>Bombax buenopozense</i>	Bombacacées	7	1.1390	-	-	-	-
<i>Bosquelea angolensis</i>	Moracées	296	0.4921	-	-	-	-
<i>Bridella ferruginea</i>	Euphorbiacées	13	0.0033	91	0.0901	6	0.0003
<i>Bridella micrantha</i>	Euphorbiacées	83	0.1004	37	0.0653	-	-
<i>Canarium schweinfurthii</i>	Burséracées	31	1.1584	3	0.0333	-	-
<i>Celba pentandra</i>	Bombacacées	42	3.0579	2	0.0012	-	-
<i>Celtis integrifolia</i>	Ulmacées	43	0.0455	-	-	-	-
<i>Chlorophora excelsa</i>	Moracées	3	0.2037	-	-	-	-
<i>Cola cordifolia</i>	Sterculiacées	272	1.8176	60	0.2526	1	0.1996
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiacees	5	0.0473	7	0.0479	41	0.3491
<i>Cussonia arborea</i>	Araliacées	3	0.0024	36	0.3153	9	0.1189
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Papilionidées	167	0.0115	1	0.0004	-	-
<i>Daniellia oliveri</i>	Cesalpiniacées	89	1.3165	337	1.9078	2	0.0004
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenacées	658	0.5159	95	0.1310	-	-
<i>Eugenia heudelotii</i>	Myrtacées	82	0.0069	79	0.5947	-	-
<i>Eugenia paliensis</i>	Myrtacées	49	0.0056	6	0.0874	-	-
<i>Ficus capensis</i>	Moracées	105	0.2303	22	0.1190	-	-
<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynacées	39	0.0698	41	0.1222	-	-
<i>Khaya grandifoliola</i>	Méliacées	131	0.3051	-	-	-	-
<i>Khaya senegalensis</i>	Méliacées	2	0.1051	-	-	-	-
<i>Lannea acida</i>	Anacardiacees	-	-	124	0.5305	-	-
<i>Lannea barteri</i>	Anacardiacees	8	0.1183	25	0.2569	-	-
<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	Sapindacées	1158	0.1794	244	0.1195	-	-
<i>Malacantha heudelotiana</i>	Sapotacées	60	0.0067	31	0.0194	-	-
<i>Morella senegalensis</i>	Rubiacees	341	0.0769	7	0.0011	-	-
<i>Ola subcordea</i>	Oliacées	1630	0.5424	185	0.0479	-	-
<i>Ouratea glaberrima</i>	Ochnacées	562	0.0495	3	0.0032	-	-
<i>Pavetta corymbosa</i>	Rubiacees	218	0.0235	-	-	-	-
<i>Piliostigma thonningii</i>	Cesalpiniacées	-	-	148	0.391	172	0.3770
<i>Pseudocedrela Kotschyi</i>	Méliacées	1	0.0009	29	0.2029	13	0.1436
<i>Pseudospondias barteri</i>	Anacardiacees	37	0.3723	-	-	-	-
<i>Psychotria obskura</i>	Rubiacees	51	0.0029	-	-	-	-
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Papilionidées	31	0.4625	45	0.2778	6	0.0252
<i>Rothmannia longiflora</i>	Rubiacees	446	1.9109	17	0.0361	-	-
<i>Sapum ellipticum</i>	Euphorbiacées	144	1.0530	-	-	-	-
<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiacées	51	0.2224	-	-	-	-
<i>Terminalia glaucescens</i>	Combretacées	10	0.0828	194	1.2897	135	1.6312
<i>Trichilia heudelotii</i>	Méliacées	49	0.0043	35	0.0716	-	-
<i>Trichilia prieureana</i>	Méliacées	1480	0.3486	116	0.1590	-	-
<i>Upaca heudelotii</i>	Euphorbiacées	30	0.1032	-	-	-	-
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Oliacées	1	0.0081	4	0.0235	16	0.1278
<i>Vitex doniana</i>	Verbenacées	32	0.4091	9	0.1858	-	-
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	Rutacées	24	0.2920	3	0.0164	-	-
<b>Autres espèces</b>		273	0.5256	283	1.3348	16	0.0756
<b>TOTAL AUTOCHTONES</b>		<b>10558</b>	<b>19.0083</b>	<b>2521</b>	<b>8.8582</b>	<b>420</b>	<b>3.0491</b>
<i>Elaeis guineensis</i>	Arécacées	61	-	1	-	-	-
<i>Phoenix reclinata</i>	Arécacées	41	-	1	-	-	-
<b>TOTAL PALMIERS</b>		<b>102</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Cassia siamea</i>	Cesalpiniacées	1246	3.0860	1066	4.0259	-	-
<i>Citrus sp.</i>	Rutacées	94	0.0689	94	0.1658	-	-
<i>Gmelina arborea</i>	Verbenacées	211	3.9989	90	0.7602	1	-
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiacees	201	0.8512	22	0.1849	-	-
<i>Tectona grandis</i>	Verbenacées	46	0.2201	466	1.2393	6	0.0044
<i>Psidium guajava</i>	Myrtacées	5	0.0012	2	-	-	-
<b>TOTAL EXOTIQUES</b>		<b>1803</b>	<b>8.2263</b>	<b>1740</b>	<b>6.3761</b>	<b>7</b>	<b>0.0044</b>
<i>Canthium venosum</i>	Rubiacees	292	0.0195	107	0.0644	-	-
<i>Hypocratea palens</i>	Hypocrateacées	61	0.0811	-	-	-	-
<i>Landolphia heudelotii</i>	Apocynacées	485	0.2751	53	0.0286	-	-
<i>Lonchocarpus cyanescens</i>	Papilionidées	25	0.0154	25	0.2126	-	-
<i>Opilia celtidifolia</i>	Opiliacées	174	0.1501	-	-	-	-
<i>Saba senegalensis</i>	Apocynacées	59	0.0395	22	0.0177	-	-
<i>Tetracera alnifolia</i>	Dilleniacees	65	0.0984	-	-	-	-
<i>Uvaria chamae</i>	Annonacées	37	0.0027	1	0.0002	-	-
<i>Uvaria sp</i>	Annonacées	39	0.0626	11	0.0031	-	-
<i>Autres lianes</i>		53	0.1177	-	-	-	-
<b>TOTAL LIANES</b>		<b>1290</b>	<b>0.8621</b>	<b>219</b>	<b>0.3266</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>13753</b>	<b>28.0967</b>	<b>4480</b>	<b>15.5609</b>	<b>427</b>	<b>3.0536</b>

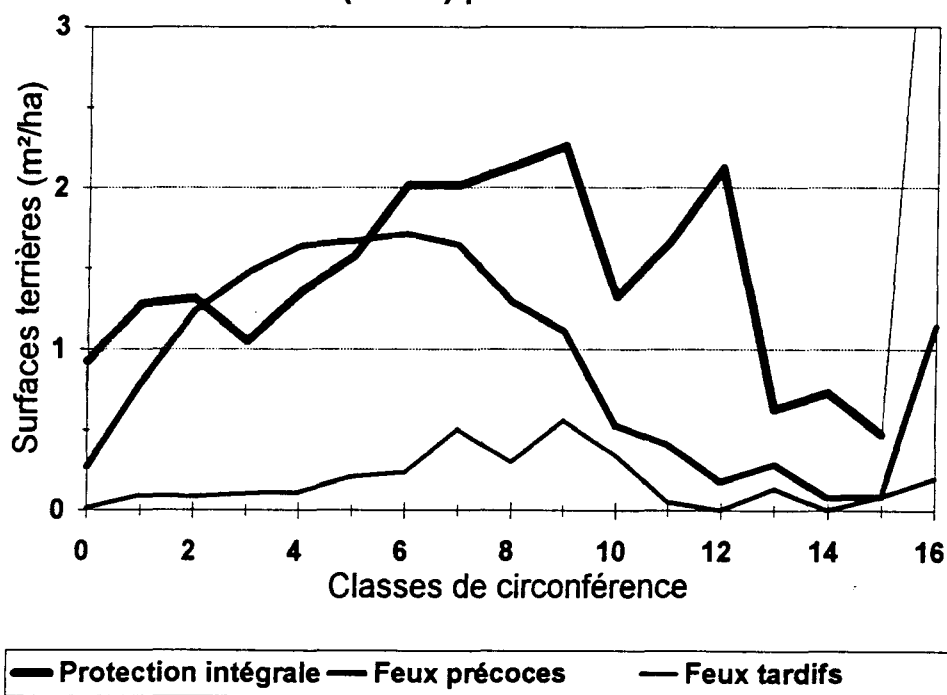
**Graphique 1.**

**Nombre d'individus à l'hectare par classes de circonférence**



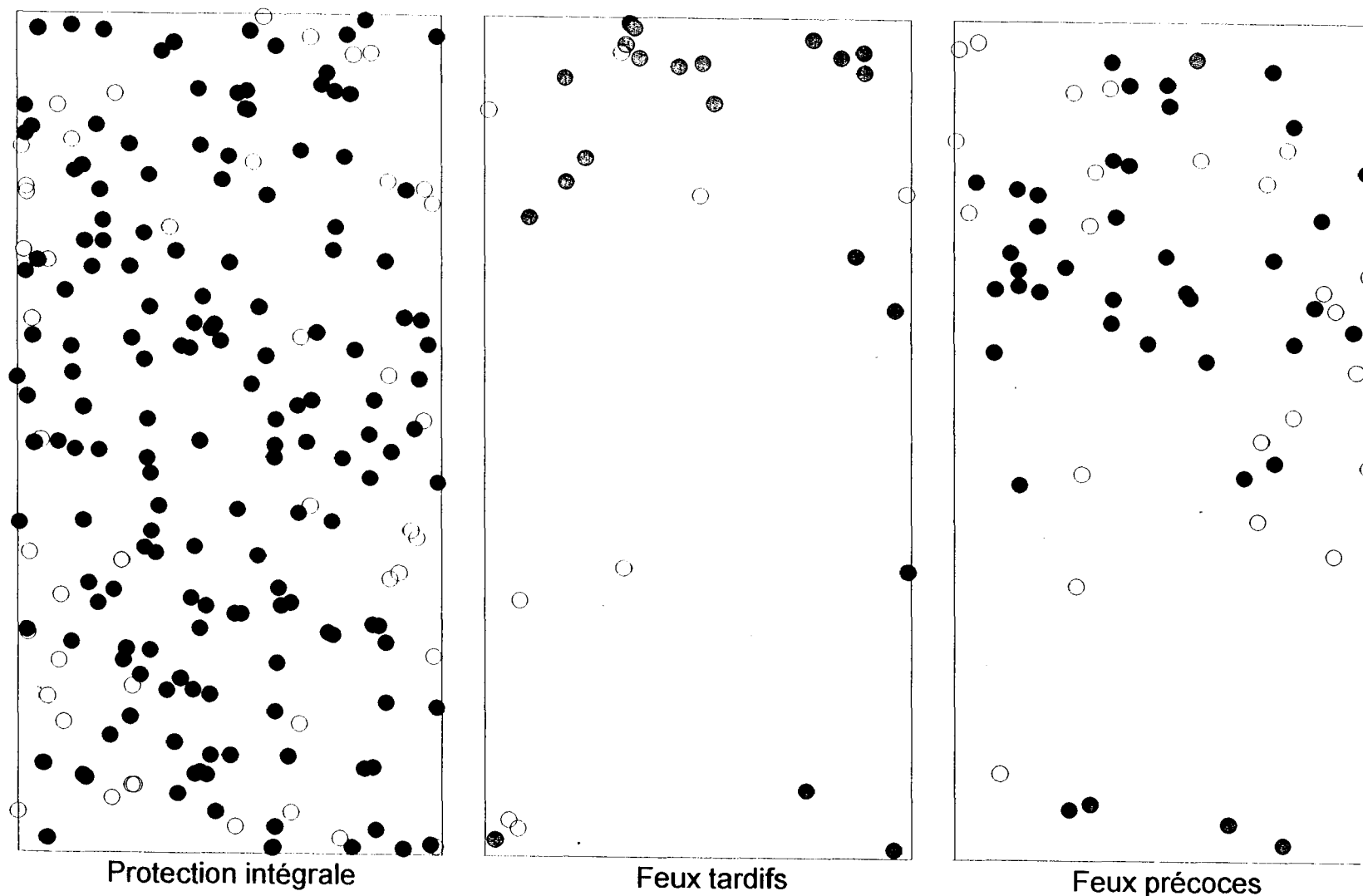
**Graphique 2.**

**Surfaces terrières (m²/ha) par classes de circonférence**



La classe de circonférence 0 va de 2 à 9 cm ; la classe 1, de 10 à 19 cm ; la classe 2, de 20 à 29 cm,... la classe 16 comprend tous les arbres de plus de 160 cm de circonférence

# **Carte 1 : Distribution des arbres de plus de 90 cm de circonférence**



## **Espèces**

- *Azelia africana* (11)
- *Canarium schweinfurthii* (12)
- *Cassia siamea* (48)
- *Ceiba pentandra* (18)
- *Cola cordifolia* (15)
- *Daniellia oliveri* (19)
- *Gmelina arborea* (56)
- *Rothmania longiflora* (12)
- *Sapium ellipticum* (11)
- *Terminalia glaucescens* (24)
- *Tectona grandis* (10)
- tous les autres (66)

représentent pas la productivité réelle du traitement protection intégrale.

### **Parcelle feux précoces : parcelle "Y"**

La parcelle "feux précoces" supporte deux formations végétales distinctes. La partie haute, plus fertile, est recouverte par une forêt dense. Celle-ci apparaît cependant nettement moins mature que celle de la parcelle en protection intégrale. Une savane boisée occupe les sols pauvres de la partie basse.

**Dans la partie amont**, la canopée est pratiquement fermée. Les houppiers commencent à être envahis par les lianes. Dans l'étage dominant, se retrouvent les espèces exotiques suivantes : *Cassia siamea*, *Gmelina arborea*, *Mangifera indica* et *Tectona grandis*. Ces quatre espèces représentent à elles seules 39,7 % de la surface terrière de la totalité de la parcelle. Les dominants comptent aussi des essences de forêt claire et de forêt dense sèche ou colonisatrices de formations secondaires : *Cola cordifolia*, *Diospyros mespiliformis*, *Holarrhena floribunda*, *Lannea barteri* et *Pterocarpus erinaceus*. Quelques individus d'espèces plus typiquement savaniques comme *Terminalia glaucescens* ou *Vitex doniana* se maintiennent dans les co-dominants.

Le sous-bois comporte quelques baliveaux de grands arbres de la forêt dense humide semi-décidue (*Antiaris africana*, *Canarium schweinfurthii*) et de nombreux arbustes ou petits arbres caractéristiques de cette même formation : *Aidia genipaeiflora*, *Eugenia sp.*, *Lecaniodiscus cupanioides*, *Malacantha heudelotiana*, *Olax subscorpioidea*, *Rothmannia longiflora*, *Trichilia prieurana*, etc. Le sous-bois est envahi par *Phyllanthus nummularifolia*. (Photo 3) Il forme un couvert dense là où la canopée est encore ouverte et empêcherait, normalement, le développement d'un tapis herbacé continu. Les herbacées, très disséminées, comprennent notamment *Euclastra condylotrica*, *Dioscorea bulbifera* et de nombreuses jeunes lianes rampantes.

**Dans la partie basse**, le peuplement est très ouvert et envahi par des graminées (*Eliniandra androphylla*, *Panicum fragmitoides*, *Hyparrhenia smithiana*, *Euclastra condylotrica*) et des dicotylédones herbacées ou sous-ligneuses (*Aspilia bussei*, *Cissus rufescens*, *Lippia rugosa*, *Tephrosia sp.*, etc.). De nombreux rejets des espèces de l'étage supérieur sont dispersés dans cette strate herbacée, mais les feux annuels empêchent leur développement. (Photos 4 et 5). L'étage dominant comprend presque exclusivement des essences de savane : *Bridelia ferruginea*, *Crossopteryx febrifuga*, *Cussonia arborea*, *Daniellia oliveri*, *Ficus capensis*, *Piliostigma thonningii*, *Pseudocedrella Kotschy* et *Terminalia glaucescens*. Tous ces arbres portent les séquelles des feux successifs. Ils ont une forme tortueuse et s'avèrent, contrairement aux tiges de la partie amont, inaptes à une utilisation éventuelle en bois d'oeuvre.

Dans cette parcelle feux précoces, 79 espèces ont des individus de plus de deux centimètres de circonférence. La densité est de

2.244 individus pour une surface terrière de 15,56 m<sup>2</sup> par hectare. Par rapport à la parcelle en protection intégrale, la richesse spécifique s'est réduite de 33%, le nombre d'individus totaux (à l'exception de *Phyllanthus nummularifolia*) a baissé de 67 % et la surface terrière de 44%.

### Parcelle feux tardifs : parcelle "Z"

La parcelle "Z" brûlée chaque année en fin de saison sèche supporte une savane arbustive dans les deux tiers aval et une savane arborée dans la partie amont. (Photos 6 et 7).

Deux espèces ligneuses dominant : *Piliostigma thonningii* et *Terminalia glaucescens*. Vient ensuite *Crossopteryx febrifuga*. *Cussonia arborea*, *Lophira lanceolata*, *Pseudocedrella Kotschyi* et *Vitellaria paradoxa* présentent aussi quelques individus de plus de 30 cm circonférence. La strate herbacée comprend *Andropogon ssp.*, *Imperata cylindrica*, *Panicum fragmitoides* et *Hyperrrhenia smithiana*.

Le nombre d'espèces survivant après 58 années de passage du feu n'est plus que de vingt pour 214 individus par hectare et 3,05 m<sup>2</sup>/ha de surface terrière. Par rapport à la parcelle protection intégrale la différence est considérable : perte de 83% de la richesse botanique, disparition de 97 % des arbres et réduction de 89 % de la surface terrière. (Photo 8).

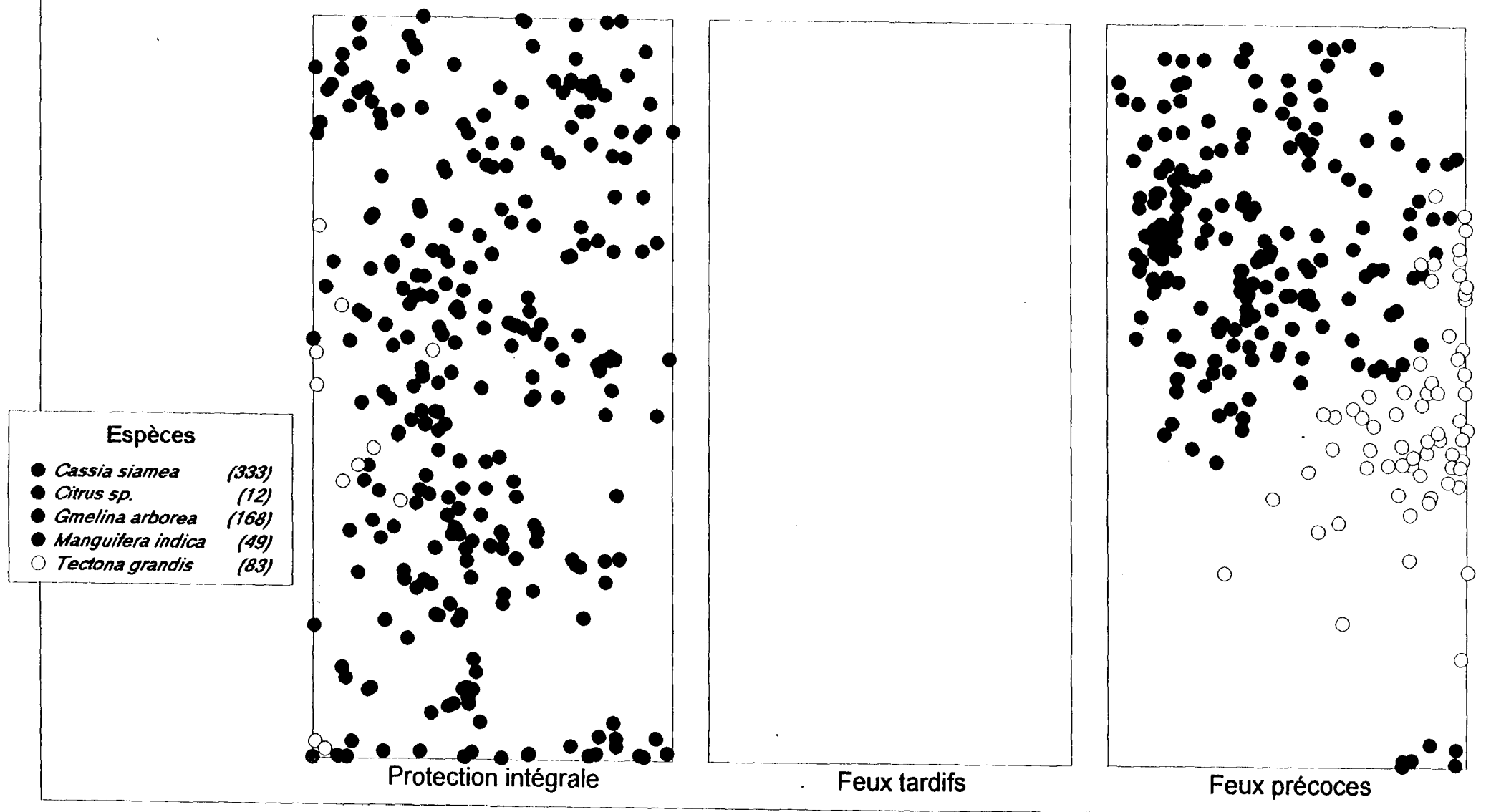
### Les espèces exotiques

Celles-ci sont recensées tardivement dans les inventaires : en 1953 apparaît *Cassia siamea*, en 1961, arrivent *Gmelina arborea* et *Tectona grandis*. A l'exception d'un ou deux gros sujets préexistants, *Mangifera indica* s'est également installé à partir de 1961.

Ces exotiques se sont montrées particulièrement compétitives. (Carte 2). Elles ont partiellement envahi les parcelles "protection intégrale" et "feux précoces", dont elles représentent 29% et 41 % de la surface terrière. Cette invasion a certainement modifié l'évolution de la reconquête de la jachère par les formations forestières autochtones. La régression, entre 1976 et 1994, d'un certain nombre d'essences locales peut sans doute être expliquée par leur manque de compétitivité vis à vis de ces espèces exotiques .



## Carte 2 : Distribution des espèces exotiques Arbres de plus de 30 cm de circonférence



## Evolution floristique de l'expérimentation.

Soixante années après la mise en place de l'essai, les hypothèses d'Aubréville sont démontrées :

- la végétation climacique du centre de la Côte d'Ivoire est la forêt dense semi-décidue ;
- le feu joue un rôle majeur dans la constitution et le maintien des savanes.

Cependant, l'expérimentation ne livre pas que ces conclusions remarquables. Elle offre de nombreuses autres informations. L'historique de l'expansion et/ou du déclin de la flore dans les trois parcelles permet d'appréhender les phénomènes en cause et d'en envisager l'évolution future.

### Evolution de la parcelle "protection intégrale"

En 1945, après neuf années de protection intégrale contre les feux, le couvert est pratiquement fermé. Apparaissent déjà, en sous-bois, une vingtaine d'espèces caractéristiques de la forêt dense. Simultanément, le nombre d'individus d'une dizaine d'essences pionnières des savanes guinéennes augmente spectaculairement et une autre dizaine d'espèces accentue son installation.

Le couvert est complètement fermé à dix-sept ans. Il apparaît néanmoins plus dense dans la partie amont qui est plus fertile. Vingt espèces savanicoles ayant proliféré au cours de la première période, régressent déjà, du fait d'une inadaptation à un milieu fermé. *Trema guineensis*, essence de pleine lumière, a disparu. Huit espèces forestières supplémentaires se sont installées. Le tapis graminéen, trop ombragé, est discontinu et peu abondant. Des espèces herbacées nouvelles et les premières lianes apparaissent.

Les inventaires de 1961 et de 1968 (à 25 et 32 ans), permettent de constater la régression, déjà observée antérieurement, de vingt espèces auxquelles s'en ajoutent dix-huit autres. En contrepartie, les essences de forêt poursuivent leur installation qui se concrétise par l'accroissement sensible du nombre d'individus et d'espèces entre 1953 et 1961.

A quarante ans, quelques nouvelles espèces ligneuses sont apparues en sous-bois. Le tapis herbacé a pratiquement disparu. Les lianes sont omniprésentes et rendent la forêt difficilement pénétrable.

De 1976 à 1994, il y a une régression apparente du nombre des espèces des individus. Certaines essences ont effectivement disparu mais de nombreuses autres ne sont présentes que sous forme de semis non comptabilisés dans l'inventaire de 1994 car mesurant moins de 1,30 mètre. Suite à la fermeture, plus

complète, du couvert dans les étages supérieurs, le sous-bois s'est assez fortement éclairci. Il est maintenant aisé de se déplacer dans la parcelle. Certaines lianes ont des dimensions imposantes et beaucoup envahissent les cimes de l'étage supérieur. Dans le sous-bois, elles s'enroulent autour des jeunes tiges et des baliveaux d'essences de valeur, compromettant leur avenir.

**Tableau III** : Evolution du nombre d'individus et du nombre d'espèces dans la parcelle en protection intégrale.

	1937	1945	1953	1961	1968	1976	1994
Nombre d'individus	7005	13262	12093	19713	21642	21838	13753 (*)
Nombre d'espèces	50	78	79	126	136	140	119 (*)

(\*) individus de plus de 2 cm de circonférence à hauteur de poitrine.

### Evolution de la parcelle "Feux tardifs"

Après neuf années de mise à feu au 15 mars, le nombre total d'individus augmente de 25%. Mais, cet accroissement est tout relatif, car, simultanément, s'observe une nette diminution des tiges de plus de un centimètre de diamètre. Plus de 86 % des sujets ne sont que des semis de l'année ou, en majorité, des jeunes rejets et drageons émis par les arbres dont la partie aérienne est détruite ou blessée par les feux. Onze espèces sensibles aux feux ont déjà disparu parmi lesquelles *Ceiba pentandra*, *Chlorophora exselsa*, *Canarium schweinfurthii*, *Lanea barteri*, *Diospyros mespiliformis*, *Lonchocarpus cyanescens*, *Vernonia colorata* et *Albizia zygia* sont en net recul mais ne réagissent que par l'émission de quelques rares drageons ou rejets. A l'inverse la régression des gros individus de *Lanea acida*, *Piliostigma thonningii*, *Pericopsis laxiflora*, *Terminalia glaucescens*, *Vitellaria paradoxa* et d'une dizaine d'autres espèces s'accompagne d'un foisonnement de rejets. Pendant cette première période, le nombre d'arbres de plus de dix centimètre de diamètre augmente de 65%.

En 1953, huit ans plus tard, le nombre des drageons et rejets diminue sous l'effet des feux répétés. Régressent également toutes les catégories de diamètre jusqu'à quinze centimètre. Dans les classes supérieures, le nombre d'arbres augmente cependant de 130%. La strate herbacée est continue. L'effet de la fertilité du sol est sensible : la partie amont de la parcelle, où *Imperata cylindrica* est fortement représentée, brûle avec moins de violence que la partie basse, où *Andropogon* sp domine. La meilleure fertilité du sol, associée à une moindre agressivité du feu dans le haut de la parcelle, explique qu'à cette date, elle porte un peuplement ligneux plus dense et plus vigoureux que dans la partie basse. Cette différence se marque encore aujourd'hui.

Au fil des inventaires suivants et jusqu'en 1976, le nombre des espèces se maintient. La majorité d'entre-elles se présente cependant sous forme de semis, de rejets ou de drageons. Pendant cette période, une simple mise en défens contre les feux aurait encore pu permettre la restauration d'une formation ligneuse. Le nombre d'individus de diamètre compris entre deux et dix centimètres est en régression continue : les rejets détruits annuellement par les feux ne parviennent plus à s'affranchir. Le nombre d'arbres de plus de quinze centimètres de diamètre augmente encore de 23% en 1961 et de 45% en 1968 car les individus qui avaient 6 à 15 cm ont continué à se développer malgré les feux. Huit années plus tard, pour la première fois, la densité des gros individus a diminué de dix pour-cents.

En 1994, seulement vingt-neuf espèces sont présentes dont onze sous forme de semis. Il n'y a plus que 97 arbres de plus de quinze centimètres de diamètre, soit une diminution de 34% au cours des dix-huit dernières années. La classe 11-15 cm n'est plus renouvelée par de jeunes sujets qui ne s'affranchissent plus ; aussi a-t-elle régressé de 76%. Les feux endommagent fortement les cimes. Les bourgeons terminaux sont détruits, ce qui induit, soit la mort et la disparition des branches, soit l'apparition de balais de sorcière. Même les grands arbres de la partie amont de la parcelle sont fortement traumatisés. Lors des passages du feu, ils s'embrasent aussi bien au niveau du tronc que du houppier à l'emplacement d'anciennes blessures privées d'écorce. Le peuplement ligneux est sénile et dépérissant. La phase finale d'installation de la savane herbeuse est proche.

**Tableau IV** : Evolution du nombre d'individus et du nombre d'espèces dans la parcelle "feux tardifs".

Années	1937	1945	1953	1961	1968	1976	1994
Plants totaux	6888	8646	5341	6990	4251	-	1725
Individus de DHP > 1 cm	6177	1161	1070	905	763	507	345
Nombre d'espèces	60	49	66	64	70	71	29

#### *Evolution de la parcelle "Feux précoces"*

Après neuf années de feux précoces, onze espèces ont déjà disparu. *Lannea barteri* et *Hymenocardia acida* régressent sans émettre des rejets contrairement à *Albizzia zygia*, *Ficus capensis*, *Pterocarpus erinaceus* et *Xymenia americana* qui en produisent quelques-uns. Douze espèces dont *Bridelia ferruginea*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia glaucescens* et

*Cussonia arborea* augmentent fortement en nombre car elles rejettent abondamment.

Après dix-sept ans, les parties hautes et basses de la parcelle se différencient nettement. En amont, le feu ne passe plus dans les plages de végétation dense. Les espèces sensibles au feu, qui n'avaient pas disparu dès le début de l'expérimentation, y sont en augmentation. Certaines espèces de forêt (*Antiaris africana*, *Canarium schweinfurthii*, *Diospyros mespiliformis*, *Alchornea cordifolia*) ainsi que quelques lianes apparaissent. En aval, sur sol moins fertile, le nombre de tiges de moins de deux centimètres est en diminution sensible.

Au cours des inventaires ultérieurs, cette partie basse semble avoir atteint un état d'équilibre : la végétation ne semble ni progresser ni régresser nettement.

La partie amont de la parcelle brûle de moins en moins. Les espèces exotiques s'installent et s'imposent au détriment des essences de forêt dense (*Chlorophora excelsa*, *Khaya grandifoliola*, *Anthocleista nobilis*) qui étaient apparues entre 1961 et 1968 et ont disparu par la suite. Bien qu'aucun rapport n'en fasse mention, ces espèces sensibles ont pu disparaître au cours de feux qui auraient réussi à traverser toute la parcelle certaines années particulièrement sèches, par exemple en 1983, où les précipitations se sont limitées à 726 mm.

En 1994, la partie amont de la parcelle apparaît plus pauvre floristiquement qu'en 1976. Par contre, elle est envahie par une espèce peu représentée ou inexistante auparavant : *Phyllanthus nummularifolia* (carte 3). Celle-ci joue, à présent, un rôle essentiel dans l'extension de l'îlot forestier : en raison de son couvert bas mais épais, elle empêche la végétation graminéenne de s'installer. Elle réduit la biomasse facilement inflammable. Ses feuilles, petites, forment avec les folioles de *Cassia siamea* une litière fine et compacte. Empilées parfaitement, par manque de comburant (air), ces feuilles brûlent mal et le feu perd rapidement de son intensité et s'éteint<sup>3</sup>. Seule la lisière de ce fourré s'enflamme. Il constitue un milieu idéal pour la régénération de différentes essences sciaphiles. Progressivement, *Phyllanthus nummularifolia* et son cortège d'espèces gagnent du terrain vers le bas de la parcelle. La forêt peut ainsi s'étendre progressivement. Par contre, sous *Tectona grandis*, espèce colonisatrice, la litière composée de grandes feuilles coriaces et tourmentées est très aérée. Cette litière brûle violemment et empêche l'installation d'autres espèces en sous-bois.

L'incohérence apparente entre les chiffres de 1976 et 1994 (tableau V) démontre que le passage annuel de feux précoces, dans la partie aval de la parcelle, ne permet, aux semis de nombreuses espèces, que de survivre quelques mois. Cela démontre également que les essences forestières, qui ont réussi à s'installer sous

---

<sup>3</sup>. Le phénomène est identique à celui d'une rame de papier qu'il est impossible de brûler si les feuilles restent collées les unes aux autres.

le couvert dense de la partie amont, disparaissent au moindre feu accidentel. Les essences dites forestières, n'ont contrairement aux espèces dites de savane, d'autre moyen de propagation que la graine.

**Tableau V :** Evolution du nombre d'individus et du nombre d'espèces dans la parcelle feux précoces.

	1937	1945	1953	1961	1968	1976	1994
Nombre d'individus	7101	8993	14729	15411	13227	19677	4488 (*)
Nombre d'espèces	62	58	73	109	130	135	79 (*)

\* ne sont pris en compte ni les semis, ni les jeunes tiges de moins de 1,30 m, ni les espèces suivantes : *Phyllanthus - nummularifolia*, *Cochlospermum planchoni*, *Lippia rugosa* et *Pseudarthria hoockeri* qui sont fort abondantes.

### Conclusion

En zone soudano-guinéenne préforestière, l'application de différents traitements "feu", à une savane arborée assez homogène, crée, cinquante-huit années plus tard, des formations végétales extrêmement contrastées.

En absence de feux, sur deux sols de fertilité différente, une forêt dense-humide semi-décidue se reconstitue. La meilleure fertilité se marque cependant par la présence d'arbres de première grandeur et par un envahissement important de *Cassia siamea*.

Rapidement, les feux tardifs détruisent les perchis, et, les rejets de souches ne peuvent se développer. Les souches meurent progressivement. Les arbres adultes des espèces pyrophiles résistent encore aux feux et continuent à se développer mais la régénération n'est plus assurée. Après une quarantaine d'années, les gros sujets dépérissent sans qu'ils soient remplacés par des baliveaux. Le couvert est de plus en plus lâche et les feux de plus en plus violents ; la mortalité des arbres âgés augmente. Ils ne survivent difficilement que sur les sols les plus fertiles. Il est probable qu'ils disparaîtront bientôt laissant la place à une savane herbeuse.

Dans le cas des feux précoces, la fertilité du sol est primordiale. Sur sols riches, le couvert se ferme par endroits:

vraisemblablement au niveau des vieilles termitières<sup>4</sup>. Le feu ne passe plus régulièrement et le couvert continue de se fermer. Des îlots de forêt dense apparaissent et grandissent pour finir par se rejoindre. Le nombre des espèces de forêt dense semi-décidue augmente. Celles-ci risquent cependant de disparaître à l'occasion d'un feu courant qui traverserait la jeune forêt lors d'une année anormalement sèche.

Sur sols pauvres l'évolution au cours des premières années est semblable à celle de la parcelle "feux tardifs" : les jeunes sujets sont détruits par le feu. Il semble cependant que certains gaulis d'espèces savanicoles en réchappent - peut-être à l'occasion d'années très pluvieuses où le feu est de faible intensité. Il s'établit ainsi une sorte d'équilibre qui maintient stable le peuplement ligneux : il n'y a pratiquement aucune production de bois.

Ainsi, la recolonisation d'une jachère ne peut s'envisager que par protection intégrale sur tous les types de sol et par l'usage des feux précoces sur les terres les plus fertiles. Le feu tardif est à proscrire partout, tout comme le feu précoce l'est sur les sols les plus pauvres. Le forestier qui se donne comme objectif la restauration d'une formation fermée, productive et durable, doit en tenir compte ; surtout s'il envisage d'utiliser le feu comme outil de gestion<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>. Celles-ci ne sont pas enherbées et représentent des îlots privilégiés partiellement protégés des effets des feux de brousse.

<sup>5</sup>. comme moyen de lutte préventive contre les feux tardifs, ou pour régénérer, momentanément, les pâturages dans le cadre d'un aménagement sylvo-pastoral.

## Bibliographie

Aubréville [1950]. Flore forestière soudano-guinéenne A.O.F - Cameroun - A.E.F. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 523p.

Aubréville [1953]. Les expériences de reconstitution de la savane boisée en Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des Tropiques, n° 32 - 4-10.

Bégué, L. [1937]. Contribution à l'étude de la végétation forestière de la Haute-Côte d'Ivoire. Paris, Librairie Larose, 126p.

C.T.F.T.-C.I. [1969]. Note sur les parcelles d'expérience concernant l'action des feux de brousse (Kokondékro 1969). C.T.F.T.-C.I., Bouaké, 5p.

Dereix, Ch. & N'Guessan, A. [1976]. Etude de l'action des feux de brousse sur la végétation. Les parcelles feux de Kokondékro. Résultats après quarante ans de traitement. C.T.F.T.-C.I., Bouaké, 32p. + graphiques.

Mensbruge (de la), G. & Bergeroo-Campagne B. [1958]. Rapport sur les résultats obtenus dans les parcelles d'expériences sur les feux de brousse en Côte d'Ivoire. CSA/CCTA - Pub. 43 - 2ème Conférence Forestière Interafricaine. London : 659-671.

Mensbruge (de la), G. [1961]. La lutte contre les feux - Parcelles d'essai - Restauration forestière (Côte d'Ivoire). C.T.F.T.-C.I., Abidjan, np.

N'Guessan, K.A. [1984]. Influence de la saison des feux sur une savane préforestière soudano-guinéenne de la région de Bouaké (Côte d'Ivoire). Mémoire de DEA Ecologie Terrestre - Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, 31p.

Ouattara, N. [1994]. Etude de la macrofaune du sol sous divers couverts végétaux en zone préforestière et de savane soudano-guinéenne dans la moitié nord de la Côte d'Ivoire. Mémoire de D.E.S.S., Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale. Université de Paris XII, Créteil. 71p.



# **Les "parcelles feux" d'Aubréville**

## **Quelles leçons en tirer?**

Tout forestier tropical connaît les parcelles feux d'Aubréville ou, du moins, en a déjà entendu parler. Cette expérimentation, installée en 1936 à Kogondékro (Bouaké) en Côte d'Ivoire, étudie l'effet des feux de brousse sur la végétation ligneuse.

### **Un essai "feux", pourquoi ?**

Au début des années trente, en Côte d'Ivoire <sup>1</sup>, la polémique portait sur l'origine artificielle des savanes du plateau mossi, du pays sénoufo et du "V" baoulé. D'aucuns prétendaient ces savanes d'origine édaphiques, que le sol et le climat n'autorisaient pas de formation végétale plus fermée. D'autres, parmi lesquels d'éminents forestiers comme Bégué et Aubréville, assuraient que le climax de ces contrées est la forêt ; que la cause majeure de la disparition de cette forêt est l'usage abusif du feu de brousse. Ce feu, omniprésent, utilisé comme outil de dégagement, de nettoyage des terres agricoles et de rajeunissement des pâturages.

Comment démontrer les rôles de l'homme et du feu dans la création et le maintien des savanes si ce n'est par l'installation d'une expérimentation spécifique ? Ainsi, Aubréville fit-il mettre en place trois essais. Un seul, suivi régulièrement, a traversé les décennies : celui de Kogondékro. Il nous offre, aujourd'hui, des résultats intéressants.

### **Le dispositif d'Aubréville et son environnement**

L'expérimentation comporte trois parcelles, une par traitement, de deux hectares chacune (100 x 200 m.), allongées dans le sens de la pente. L'essai compare l'effet de la protection intégrale, du feu précoce (15 décembre) et du feu tardif (10 mars) annuels sur la végétation ligneuse.

Le sol est sensiblement plus fertile sur la moitié amont des parcelles. Celles-ci sont au cœur d'un massif forestier dans lequel on retrouve des lambeaux de forêt naturelle ainsi que des plantations de teck, de *Cassia siamea* et de gmelina datant des années 40 pour les plus anciennes.

### **Au début : une jachère de 7 ans**

Le dispositif a été installé dans une jachère de sept ans, précédemment cultivée en coton. Celle-ci était dominée par quelques arbres d'espèces de savanes conservées par les agriculteurs. Une soixantaine d'espèces s'y cotoyaient avec une densité de 3.500 tiges à l'hectare.

---

<sup>1</sup>. dont la Haute Côte d'Ivoire qui est à présent le Burkina Faso.

## et aujourd'hui ?

Soixante années de protection intégrale plus tard, une forêt secondaire, dense, semi-décidue a remplacé la jachère. La répétition des feux tardifs a créé une savane herbeuse supportant encore quelques arbres tortueux. Le feu précoce a un impact fonction de la fertilité du sol : sur sol pauvre, s'est développée une savane arborée alors que sur sol riche, une forêt dense a réussi à s'installer. Cette dernière est moins riche que celle de la protection intégrale non seulement parce qu'elle s'est installée moins rapidement mais aussi parce qu'elle a été envahie par les espèces exotiques (*Cassia siamea* et *Tectona grandis* principalement). Les différences entre traitements sont évidentes comme le montrent les photos et le tableau ci-dessous.

Nombre d'espèces et de tiges selon les traitements (inventaire 1994).

Traitements	Espèces	Tiges (*)
Protection intégrale	119	13.753
Feux précoces	79	4.488
Feux tardifs	29	345

\* de plus de deux centimètres de circonférence à 1,30m. non compris *Phyllanthus nummularifolius* et les sous-ligneux tels *Cochlospermum planchonii*.

## Les leçons à tirer de l'expérimentation

1. Seule la protection intégrale contre les feux permet de restaurer, en zone soudano-guinéenne et dans un délai relativement court <sup>2</sup>, une forêt secondaire pseudo-climacique.

2. Aucune espèce n'est réellement adaptée aux feux de brousse. Certaines cependant en supportent le passage répété, plus ou moins fréquent, plus ou moins tardif.

3. La fertilité du sol est un facteur déterminant : sur les sols les plus riches de l'expérimentation on peut observer que :

- des arbres de première grandeur dominant la canopée de la "protection intégrale" ;
- une forêt dense a remplacé la savane arborée dans la parcelle "feux précoces" ;
- des arbres survivent encore, quoique fortement traumatisés, dans la parcelle "feux tardifs".

4. Les espèces ligneuses ont des réactions très différentes aux passages annuels du feu :

---

<sup>2</sup>. Ce délai se compte néanmoins en décennies : une pour l'apparition des premières espèces de forêt, deux pour la fermeture du couvert, trois pour la régression des espèces de savanes, cinq ou six pour l'éclaircissement du sous-bois suite à la fermeture du couvert dans l'étage dominant (grands arbres).

- pour les unes, lorsqu'elles sont suffisamment installées, le feu ne parvient pas à les éliminer. Ce sont les espèces "pyrorésistantes". Néanmoins, les jeunes plants sont détruits par le feu, mais, rejettent tant que la souche n'est pas épuisée.
- pour les autres, le feu est l'ennemi numéro un : au moins quarante espèces de la parcelle en protection intégrale ne se retrouvent pas, même dans la régénération acquise, dans la partie forêt de la parcelle feux précoces. Un feu courant accidentel suffit à détruire les semis de ces essences qui, de plus, ne rejettent ni ne drageonnent.
- entre ces deux extrêmes, certaines espèces, plus ou moins profondément traumatisées, émettent, après chaque passage du feu, de nombreux rejets ou drageons. Cependant, ce n'est qu'à l'occasion d'une ou plusieurs années sans feu violent que les jeunes tiges parviennent à s'affranchir.
- une quatrième catégorie existe : celle des arbres qui résistent aux feux accidentels mais ne produisent que peu de rejets ou de drageons. Une succession plus ou moins longue d'années à feux de brousse suffit à les faire disparaître.

5. Le comportement des essences varie en fonction de la fréquence des feux. Par exemple, *Daniellia oliveri*, dans la parcelle en protection intégrale n'est présent que sous forme d'arbres bien individualisés alors que, dans la partie la moins fertile de la parcelle feux précoces, il se retrouve sous forme de chapelets de drageons rayonnant autour de souches ou d'arbres endommagés par le feu. Dans la parcelle feux tardifs, il a complètement disparu.

6. Lors de la reconquête de la jachère par la forêt, il y a toute une succession d'espèces. D'abord, les espèces de savanes présentes se développent tandis que des essences pionnières s'installent. Apparaissent, ensuite, en sous-bois, les espèces caractéristiques de la forêt dense semi-décidue. Tandis que ces dernières se développent, celles de savane commencent à disparaître. Puis les essences pionnières déclinent à leur tour. Telle est la situation actuelle ! Quelle en sera l'évolution future ? La biodiversité ne peut donc s'appréhender dans l'image statique, car instantanée, d'une formation végétale. Elle est en continuelle évolution, tant dans le temps que dans l'espace.

7. L'absence de feu favorise les lianes. Celles-ci, dans cet essai, n'ont pas gêné les arbres dans leur première phase d'installation. Maintenant, elles sont partout dans les houppiers et enserrant les baliveaux d'essences de valeur compromettant leur avenir. Ces lianes seront certainement déterminantes dans l'évolution future de la parcelle en protection intégrale ; évolution qui pourrait bien être régressive en raison de leur abondance !

## **De l'expérimentation à la gestion forestière**

L'essai d'Aubréville permet de tirer, après soixante ans, quelques conclusions. Celles-ci seront utiles au gestionnaire forestier souhaitant aménager, pour une production soutenue et durable, des formations naturelles de la zone soudano-guinéenne.

Le feu précoce est souvent préconisé, dans le cadre d'aménagements forestiers,

comme outil préventif de lutte contre les feux tardifs. Il a cependant certaines limites.

Seule l'absence de feu permet de restaurer rapidement une formation naturelle fermée. Le feu précoce peut, néanmoins, être un outil de gestion forestière. Sur bons sols, il n'empêche pas le couvert de se refermer, quoique, moins rapidement qu'en protection intégrale. Sur sol pauvre, il devrait être à proscrire tout comme le feu tardif doit l'être partout.

La connaissance du comportement des différentes essences vis à vis du feu, confrontée aux objectifs de l'aménagement, permettra de décider si le feu précoce est un outil adéquat. Par exemple, il est aberrant d'aménager une forêt pour la production de bois d'oeuvre avec une ou plusieurs espèces à favoriser, si celles-ci sont sensibles au feu et si, dans l'aménagement, l'utilisation des feux précoces préventifs est prévue.

La connaissance de la succession des espèces au cours de la restauration du couvert forestier permettra d'exploiter les différentes essences avant qu'elles ne disparaissent naturellement. L'aménagement n'en sera que mieux valorisé et cette éclaircie devrait bénéficier aux espèces nobles.

Le gestionnaire d'une forêt devra éviter une trop importante prolifération des lianes pour pérenniser la production ligneuse. Un délianage régulier, par exemple à chaque rotation de 15 ou 20 ans, est indispensable à la bonne conformation des fûts des essences de valeur.

Remerciements : nous remercions la Communauté Economique Européenne pour l'appui qu'elle nous a apporté pour la réalisation de l'inventaire 1994 des parcelles feux d'Aubréville.

Dominique LOUPPE <sup>1</sup>  
N'Klo OUATTARA <sup>2</sup>

31 mars 1995

---

1. CIRAD-Forêt/IDEFOR-DFO - 08 BP 33 Abidjan 08 - Côte d'Ivoire

2. IDEFOR-DFO - Station de Korhogo - BP 947 - Korhogo - Côte d'Ivoire

# TEMPÉRATURE DU SOL APRES FEU DE BROUSSE

Mise à feu de la parcelle "feux tardifs"  
Kokondékro - 8 mars 1996

Dominique LOUPPE

Ingénieur de recherches  
CIRAD-Forêt - IDEFOR-DFO

Mars 1996

---

## RÉSUMÉ

A l'occasion de la mise à feu, le 8 mars 1996, de la parcelle "feux tardifs" de l'essai d'Aubréville à Kokondékro (Côte d'Ivoire), des mesures de température du sol et de l'air ont été effectuées.

Ces premières observations montrent que la température du sol, à un centimètre de profondeur, ne sont que faiblement affectées par le passage du feu. Les températures sous sol nu sont supérieures à celles relevées immédiatement après le feu. Cependant, des mesures complémentaires s'avèrent nécessaires car il semblerait que pendant le feu les températures puissent être très élevées à la surface du sol ou quelques centimètres au dessus. Seule une couverture forestière dense tamponne correctement les températures de l'air et du sol.

Mots clés : Côte d'Ivoire, feux de brousse, température du sol.

## INTRODUCTION

Plusieurs études sur les feux de brousse effectuées au Sénégal et en Côte d'Ivoire donnent des chiffres contradictoires quant aux températures atteintes par le sol lors du passage du feu. Ainsi, au Sénégal, la température du sol atteindrait 100°C pendant le feu et reviendrait à la normale après seize minutes. Cependant, à deux centimètres de profondeur, il faut attendre vingt et une minutes pour que la température monte de quatre degrés. En Côte d'Ivoire, dans la savane de Lamto, la température mesurée au niveau du sol atteindrait 350°C. L'IEMVT (1990) indique par contre que celle-ci ne dépasse pas 56°C.

Ces données laissent à penser qu'il y aurait dans certains cas des feux de litière, ce qui expliquerait les températures élevées parfois observées ; et dans d'autres un simple feu de pailles suite à l'absence de matière organique sur le sol. L'absence de

litière est la conséquence du passage annuel des feux qui détruit la végétation sèche et empêche les débris inflammables de s'accumuler sur sol.

Quant aux températures atteintes au-dessus du sol, les différents auteurs indiquent des températures supérieures à 300°C à 50 cm du sol, températures diminuant rapidement avec la hauteur : 140°C à 1,40 m pour une végétation basse, 200°C à 2,40 m dans la savane de Lamto.

S'il n'y a aucun doute sur l'effet néfaste des feux de brousse sur la partie aérienne de la végétation, l'effet sur le sol, sa faune et sa flore est moins évident.

Des mesures complémentaires méritent d'être faites, dans plusieurs situations, pour mieux préciser les risques que les feux font courir au sol et aux êtres vivants qui l'habitent.

Dans les parcelles feux de Kokondékro, aucune étude de l'effet du feu sur les températures de l'air et du sol n'a été faite jusqu'à présent. Ainsi, la mise à feu tardive du 8 mars 1996 a-t-elle été l'occasion d'effectuer quelques mesures de la température du sol dans les parcelles brûlées ou non.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Rappelons rapidement le dispositif expérimental : en 1937 trois parcelles de deux hectares chacune, séparées par un pare-feu, ont été délimitées. La première, *Protection intégrale*, a été mise en défens, la seconde, *Feux précoces*, est brûlée chaque année le 15 décembre et la troisième, *Feux tardifs*, est mise à feu au début du mois de mars. Aujourd'hui, ces trois parcelles portent, l'une, une forêt dense semi-décidue, la seconde une savane arborée et une forêt claire selon la fertilité du sol et la troisième n'est qu'une savane herbeuse surmontée par quelques arbres d'espèces pyrorésistantes.

Une pluie abondante est tombée le 6 mars. Elle n'a pas été quantifiée car il n'y a pas de pluviomètre sur le site. Le 8 mars 1996, le sol était humide dans les horizons de surface, le vent était modéré et le ciel, dégagé le matin, s'est couvert progressivement en cours de journée.

La mise à feu de la parcelle *Feux tardifs* a débuté à 10 h 22' et la parcelle de deux hectares était entièrement brûlée à 10 h 30' soit moins de dix minutes plus tard.

Dès le passage du feu, avant même que la totalité de la parcelle n'ait brûlé, des mesures de la température du sol ont été effectuées. Elles ont été répétées aussitôt après dans chacune des deux autres parcelles ainsi que dans les pare-feu qui présentaient un recrû herbacé de 15 à 20 cm de haut entrecoupé de plages de sol nu. Ensuite, les observations ont porté, à divers moments de la journée, sur la température de l'air et du sol.

Les températures ont été mesurées avec un thermomètre à sonde à lecture digitale dont la précision est le degré centigrade. Les températures du sol ont été relevées à 1 et 9 cm de profondeur sous sol nu et sous sol couvert de végétation (touffes d'herbes). Pour la parcelle qui venait de brûler les températures ont été mesurées sous sol nu et sous le paillage formé par les herbes brûlées. La température de l'air a été prise à un mètre de haut, sous un ombrage temporaire. Les températures mesurées correspondent à la moyenne de 4 à 6 observations sauf pour la première série de mesures faite à 10h30'.

Les mesures de 10h45' ont donné des résultats similaires pour la parcelle feux précoces et pour le pare-feu. Par la suite, pour ne pas trop étaler les observations, celles-ci n'ont plus été effectuées dans la parcelle feux précoces.

## RÉSULTATS

### Température du sol

Les premières mesures faites en surface du sol (à un centimètre de profondeur) moins de dix minutes après la mise à feu ont révélé une température de 35°C sous sol nu dans le pare-feu et de 28 à 35°C dans la parcelle brûlée. Observer, juste après le passage du feu, des températures du sol inférieures à celles d'une parcelle intacte nous a beaucoup intrigué, aussi avons-nous multiplié les mesures de températures.

#### Température de l'horizon superficiel du sol (premier centimètre)

##### Sous sol nu

**Tableau 1** : température du sol, à un centimètre de profondeur sous sol nu

Heure	Feux tardifs	Feux précoces	Protection intégrale	Pare-feu
10h30'	33,3°	-	-	35°
10h45'	35,7°	37°	-	37°
11h45'	38,2°	-	-	38°
14h30'	38°7	-	-	41°

La température après passage du feu aurait tendance à rester inférieure à celle d'un sol sans végétation. L'effet direct et immédiat du feu sur la température du sol à un centimètre de profondeur est faible. Il serait de l'ordre de quatre degrés centigrades par comparaison à la température du sol sous une touffe d'herbe dans le *pare-feu* (29°C à 10h30).

Les températures relevées à 14h30', sous sol nu dans la parcelle *feux tardifs* (brûlée

ce jour), varient de 35 à 42°C. Les températures sont plus élevées dans les grandes plages (0,25 à 0,5 m<sup>2</sup>) de sol nu que dans les petites (0,005 à 0,02 m<sup>2</sup>). Quelle pourrait-êre la cause de ces variations ponctuelles ? Les grandes plages de sol nu présentent une mauvaise infiltration (pellicule de battance) et la terre y est vraisemblablement moins humide que dans les petites plages nues entre les touffes d'herbes. Les sols humides dissipent l'énergie solaire en évaporant leur eau, ce qui maintiendrait leur température à un niveau inférieur. Des mesures de l'évolution de l'humidité du sol devront être effectuées à l'occasion des prochaines mises à feu pour confirmer cette hypothèse.

### Sous couvert végétal

Dans la parcelle *feux tardifs* qui vient de brûler, le couvert est constitué d'un tapis, d'une épaisseur de 7 à 10 cm, de pailles brûlées, noires, prêtes à se déliter. Dans le *pare-feu*, la couverture végétale se compose exclusivement de touffes d'herbes de 15-20 cm de haut. Dans la parcelle *feux précoces*, partie basse, ce couvert herbacé bas est surmonté de petits arbres assez dispersés ; dans la partie haute, les graminées qui ont disparu sont remplacées par un sous-bois dense à *Phyllanthus numularifolia*, la litière y est très réduite voire presque inexistante. Dans la *protection intégrale*, il n'y a pas de végétation herbacée mais une litière assez fine de un à deux centimètres d'épaisseur.

**Tableau 2 :** Température du sol, à un centimètre de profondeur, sous couvert végétal.

Heure	Feux tardifs	Feux précoces	Protection intégrale	Pare-feu
10h45'	32,0°	29° (1 et 2) 28° (3)	25,5°	29,5°
11h45'	33,3°	-	27,4°	32,3°
14h30'	32,0°		26,5°	33,7°

(1) zone de savane arbustive ; (3) zone de forêt claire ; (2) zone de transition

La baisse de température à 14h30' peut être attribuée au couvert nuageux absent lors des mesures antérieures.

L'ombrage de la paille brûlée joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire direct presque aussi efficace qu'une végétation vivante basse. La différence constatée à 10h45' (+3°C) correspond certainement à l'effet instantané du passage du feu.

Seule la forêt dense protège efficacement le sol des variations brutales de température. Le rôle de la litière dans le tamponnement de la température du sol est important puisque dans les plages ensoleillées, la température du sol n'est que de un degré supérieure à celle des zones ombragées.

### Température du sol à 9 cm de profondeur



A 10h30' la température du sol, à 9 cm de profondeur, dans la parcelle brûlée était de 27°C.

A 14h30', les températures suivantes ont été relevées :

**Tableau 3 :** Température du sol à 9 cm de profondeur sous sol nu et sous ombrage

	<b>Feux tardifs</b>	<b>Protection intégrale</b>	<b>Pare-feu</b>
Sous sol nu	33,0°C	-	34,3°
Sous ombrage	29,5°	25,0°	31,5°

Sous sol nu, la température à 9 cm de profondeur est inférieure à celle de surface de 5,7°C pour la parcelle *feux tardifs* et de 6,5°C pour le *pare-feu*.

Sous couvert végétal, les différences sont de 1,5°C pour la *protection intégrale*, de 2,2°C pour le *pare-feu* et de 2,5°C dans la parcelle *feux tardifs*.

La température du sol en profondeur dans la parcelle brûlée est inférieure à celle du *pare-feu*. Ceci peut s'expliquer par une meilleure infiltration de l'eau lors de la pluie survenue le 6 mars. En effet, à cette date, la parcelle *feux tardifs* était couverte d'un important paillage pratiquement continu d'herbes sèches alors que le *pare-feu* n'avait que de petites touffes d'herbes séparées par des plages plus ou moins étendues de sol nu.

Seule une couverture forestière continue tamponne complètement les variations thermiques. Ainsi, la légère augmentation de température en surface ne se fait-elle pas - ou peu - sentir en profondeur. Un léger couvert fait baisser les températures en profondeur de trois degrés environ.

### Température de l'air

**Tableau 4 :** température de l'air à un mètre du sol

<b>Heure</b>	<b>Feux tardifs</b>	<b>Feux précoces</b>	<b>Protection intégrale</b>	<b>Pare-feu</b>
10h45'	31,0°	31° (1) 32° (2)	27,0°	
11h45'	33,0°		31,3°	31,7°
14h30'	34,5°		32,5°	35,0°

(1) Dans la zone de savane boisée -forêt claire (2) Dans la zone basse : savane arbustive à arborée

Le couvert forestier diminue la température diurne de l'air et ce, d'autant plus que le couvert est dense. La température légèrement plus élevée observée dans la savane

arbustive pourrait être due à une réduction de la vitesse du vent qui n'a malheureusement pas pu être mesurée. Le vent homogénéise la température de l'air comme on peut le constater à 14h30' où la température de l'air dans la parcelle brûlée (de faible albédo) n'est pas plus élevée que dans le *pare-feu* où l'albédo est plus élevé.

## OBSERVATIONS ULTÉRIEURES

Le vingt mars, soit douze jours après le feu, le paillage d'herbes brûlées avait complètement disparu. Seules subsistaient sur le sol quelques légères traces de cendres.

Bien que l'herbe avait déjà commencé à repousser, le sol était largement dénudé et laissait apparaître une densité tout à fait inhabituelle de turricules de vers de terre. Ceux-ci ne se rencontrent ni dans les *pare-feu*, ni dans les autres parcelles. En les observant de plus près, on se rend compte qu'ils ont une croûte très dure comme si la terre avait été cuite par le passage du feu. Leur très grande abondance laisse supposer que ces turricules de "terre cuite" persistent d'une année sur l'autre. Cette hypothèse sera à vérifier en suivant leur évolution tout au cours de l'année prochaine. Si elle se confirme, cela signifie que l'infiltration des eaux de pluies est fortement réduite dans la parcelle. A l'échelle d'un bassin versant, la répétition des feux tardifs pourrait alors entraîner un accroissement important du ruissellement et provoquer des dégâts par érosion ou par augmentation de l'intensité des crues en aval.

Cette observation nous amène à supposer que si le feu n'induit pas d'augmentation anormale de la température du sol à un centimètre sous la surface, la température au niveau de cette surface - ou tout au moins à un ou deux centimètres au dessus de celle-ci (hauteurs correspondant au sommet des turricules) - peut s'élever très fortement pendant un laps de temps très court.

## CONCLUSION

Si le feu du 8 mars 1996 a été très violent, flammes de plusieurs mètres, cimes enflammées, etc., son effet direct sur le sol semble être resté faible. Aucune mesure n'a pu être faite au moment du passage du feu mais il a été constaté que la température du sol à un centimètre de profondeur, juste après le passage du feu, était inférieure de quelques degrés à celle d'un sol nu exposé au rayonnement solaire.

Ainsi, suite aux mesures effectuées, on pourrait croire qu'un feu violent et de courte durée n'est destructeur que pour la partie aérienne de la végétation et qu'il n'a que peu d'effets immédiats sur le sol. Son effet négatif sur le sol résulterait surtout de l'élimination de l'ombrage qui entraîne, par rapport à une formation forestière fermée, des augmentations de température du sol d'au moins 15°C en surface et de 10°C en profondeur. Ces variations thermiques journalières sont certainement défavorables à

la faune et à la flore du sol.

Cependant, deux facteurs qui n'ont pu être mesurés, ont permis d'émettre des hypothèses bien moins optimistes mais qui restent à vérifier :

- le feu a laissé derrière lui un tapis de cendres noires qui absorbera le rayonnement solaire et fera monter les températures au-delà de celles observées sur un sol nu. Cette absorption de l'énergie n'a pas été observée le premier jour car elle n'intervient que lorsque les pailles brûlées se sont délitées et sont tombées sur le sol. Cet effet ne dure cependant que quelques jours.
- les températures juste au dessus du niveau du sol atteindraient, pendant le passage du feu, des valeurs suffisantes pour former une pellicule de terre cuite sur les turricules de vers de terre.

Cette dernière hypothèse pose la question "pourquoi n'est-ce pas l'ensemble de la surface du sol qui est cuite par le feu ?". Il se pourrait que les courants de convection induits par le feu laissent passer une fine lame d'air "frais" au niveau du sol empêchant celui-ci de s'échauffer trop ; mais aussi que la température de cet air suite au dégagement d'énergie de la combustion augmente très fortement de température dans les premiers centimètres. Ainsi, les turricules, qui forment des excroissances, pourraient cuire sans que le sol n'atteigne des températures suffisantes pour durcir.

Ces premières observations devront être renouvelées lors des prochaines mises à feu avec du matériel plus précis permettant de mesurer les températures à différents niveaux au dessus et dans le sol pendant et après le passage du feu. Des mesures de l'humidité de la végétation et du sol avant et après passage du feu devront également être effectuées.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- IEMVT [1990]. Fiche technique n°3 d'élevage tropical: Les Feux de Brousse. Maisons-Alfort, 12p.
- LOUPPE, D. [1993]. Le feu, mieux le comprendre pour mieux lutter. IDEFOR-DFO, Abidjan, 25p. + annexes.
- MONNIER Y. [1968]. Les effets des feux de brousse sur une savane préforestière en Côte d'Ivoire. Abidjan, Etudes Eburnéennes n°9, 260p.
- VUATTOUX. [1968]. Le peuplement du palmier rônier (*Borassus aethiopum*) d'une savane de Côte d'Ivoire. Annales de l'Université d'Abidjan, 1968, Série E, T 1, F 1, 138p.

# **ETUDE DE LA MACROFAUNE DU SOL DANS LES "PARCELLES FEUX" DE KOKONDEKRO**

N'Klo Ouattara  
IDEFOR-DFO  
1996

---

## **Introduction**

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un stage du DESS "Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale" de l'Université Paris XII. Les travaux de terrain, le traitement des données et la publication du rapport ont été financés par le Projet de la Communauté Européenne n° B7-8110/93/1187/AO/B4 : "Analyse de l'impact des feux de brousse sur l'évolution des ligneux, des herbacées et des sols en zone de savane".

La présente recherche a pour but d'étudier l'influence de la gestion de l'écosystème des zones de savanes sur l'évolution de la macrofaune du sol. Il essayera également de mettre en relation cette faune avec la flore herbacée.

Nous étudierons ici les "Parcelles feux d'Aubréville" qui, depuis 60 ans sont soumises à trois modes de gestion différents : la protection intégrale contre les feux, les feux précoces (15 décembre) et tardifs (10 mars). Dans certains cas, nous comparerons les résultats avec ceux obtenus sur des terres cultivées.

## **Caractéristiques du site de l'étude**

### **Pédologie**

A Kokondékro, la toposéquence présente :

- un sol de plateau à dalle latéritique fossile
- un sol de pente avec cassure de dalle latéritique sensible et présence de gravillons quartzeux et ferrugineux.

Les études pédologiques menées jusqu'à ce jour sur les "parcelles feux" de Kokondékro, ont été très succinctes. A AUBREVILLE, en 1953, soulignait la présence d'une carapace ferrugineuse sous-jacente et de gravillons ferrugineux en surface. Ch. DEREIX et N. AMANI (1976) font état d'une dalle latéritique fossile dans la partie supérieure de chaque parcelle. Celle-ci serait marquée par une cassure visible vers le milieu des parcelles, la partie inférieure de chaque parcelle étant constituée par un sol de pente à gravillons quartzeux et ferrugineux. Y. KRA, en 1990, fait remarquer que ces deux descriptions pédologiques sont en désaccord avec la réalité de terrain. Pour lui, il s'agirait d'observations faites à l'échelle régionale et qu'on aurait étendues aux

"parcelles feux" de Kokondékro. Il estime que s'il y a, aujourd'hui, plusieurs types de végétation par traitement, la cause première ne peut être qu'essentiellement pédologique. Pour vérifier cette hypothèse, il fait cinq fosses pédologiques de 2 m de profondeur distribuées selon les types de formations végétales rencontrés sur l'essai:

- une fosse dans la parcelle intégralement protégée
- deux fosses dans la parcelle "feux précoces" équitablement répartie entre la partie amont et la partie aval.
- deux fosses dans la parcelle "feux tardifs" (une en amont et une en aval).

Les profils de ces fosses donnent les résultats suivants :

- un point commun à tous les horizons ; la présence d'éléments quartzeux dans les niveaux intermédiaires
- le sol est plus épais en amont de la parcelle de "feux tardifs" et sur toute la parcelle intégralement protégée et moins épais sur toute la parcelle de "feux précoces".
- l'horizon humifère se développe sur 30 à 40 cm en parcelle entièrement protégée et en amont de la parcelle de feu précoce. Il est moyen en section aval de la parcelle de "feux tardifs".

### **Hydrographie**

Les "parcelles feux" de Kokondékro sont installées sur le domaine de l'ancienne station de recherches forestières du CTFT. Un canal, dérivé de la rivière Kan, passe à environ 200 m de la bordure aval de l'essai. Ce canal datant de près de 40 ans, alimente les étangs piscicoles de l'ex division de Pisciculture du CTFT, Station de Kokondékro. Aujourd'hui, le canal a créé, dans son voisinage, un biôme de rivière permanente. Plusieurs espèces de forêt de galerie s'y développent notamment, *Carapa procera*, *Berlinia grandiflora*, *Alchornea cordifolia*, *Phoenix reclinata*, etc...

### **Climat**

#### **Précipitations**

La région de Bouaké appartient à une zone de transition climatique. Elle baigne tantôt dans le climat subtropical à 4 saisons (2 saisons sèches alternant avec 2 saisons des pluies) tantôt dans le climat tropical humide lorsque, la petite saison sèche de Juillet-Août ne parvient pas à s'affirmer. Les précipitations moyennes annuelles sur 17 ans (de 1974 à 1990) sont de 1086 mm. Sur ce pas de temps, les précipitations à Bouaké sont comprises entre 726 mm (1983) et 1428 mm (1985).

#### **Température**

La température moyenne varie très peu dans l'année ; les moyennes mensuelles vont de 23°C en Août-Septembre à 29°C en Mars-Avril. Ces extrêmes correspondent respectivement à la période la plus pluvieuse et à la fin de la saison sèche. La température moyenne annuelle calculée sur 17 ans (1974-1990) est de 26°C avec un

écart type de 0,45 (cf. tableau de températures moyennes mensuelles de Bouaké et Korhogo).

**Tableau 1 : données climatiques de Bouaké**

Mois	ETP (mm)	Bilan hydrique (mm)	Humidité relative (%)	Insolation (heures)	Précipitations (mm)	Température moyenne (°C)
Janvier	143	- 132	50	261,1	11	26,6
Février	153	- 121	58	199,9	32	27,9
Mars	160	- 79	65	194,0	81	27,8
Avril	150	- 17	72	192,8	132	27,2
Mai	136	- 10	77	204,2	126	26,0
Juin	109	+ 11	80	136,3	120	25,0
Juillet	107	+ 28	83	100,3	135	23,9
Août	106	+ 47	83	97,7	153	24,0
Septembre	113	+ 48	81	123,6	161	24,3
Octobre	113	- 14	78	182,4	99	25,0
Novembre	116	- 90	73	178,6	26	25,8
Décembre	119	- 109	59	176,6	10	25,3
Totaux	1.525	- 438		2.047,5	1.086	
Moyennes			72			25,7

Sources : ASECNA et ANAM.

### **Végétation naturelle des "parcelles feux" de KOKONDEKRO**

Le terroir de Kokondékro appartient au groupement des savanes préforestières du "V BAOULE" selon l'esquisse botanique de la Côte d'Ivoire d'après les prospections de G. MANGENOT, J. MIEGE et E. ADJANOHOUN (1964).

Depuis l'accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale (1957), on appelle savane, <<une formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure continue d'au moins 80 cm de hauteur, qui influence une strate inférieure ; Graminées à feuilles planes, basilaires et caulinaires ; ordinairement brûlées annuellement ; plantes ligneuses ordinairement présentes. La savane suivant l'importance ou l'absence du peuplement forestier devient :

- une savane arborée (arbres et arbustes formant un couvert végétal clair),
- une savane arbustive (arbustes disséminés)
- une savane herbeuse (arbres et arbustes absents)>>.

On distingue deux subdivisions de savanes :

- les savanes climatiques, liées à la durée de la saison sèche
- les savanes édaphiques liées à l'état du sol. Sur les sols hydromorphes on a les savanes marécageuses et sur les cuirasses ferrugineuses ou sur les dômes rocheux, les savanes saxicoles.

Actuellement les formations végétales originelles de Kokondékro ont été enrichies par des plantations de *Tectona grandis* et de *Cassia siamea*.

### Etat initial des parcelles

Les "parcelles feux" de Kokondékro, ont une historique qui explique en partie, les différentes tendances végétales observées sur le terrain aujourd'hui.

En 1936, A. AUBREVILLE, alors, Chef du service forestier de Côte d'Ivoire eût l'idée de faire établir dans la forêt classée de Kokondékro, trois parcelles destinées à montrer les conséquences des feux annuels sur le milieu naturel et les avantages liés à leur suppression.

Ces trois parcelles, baptisées respectivement X, Y et Z, ont été installées à flanc de coteau dans une jachère de savane boisée vieille de six ans et anciennement occupée par du coton. L'essai ne comporte pas de répétition. L'unité parcellaire est de 2 ha (100 m x 200 m).

- Traitement X : **protection intégrale** contre le feu et autre action de l'homme.
- Traitement Y : Mise à **feu précoce**, le 15 Décembre, dès que les herbes sont combustibles (début de saison sèche).
- Traitement Z : Mise à **feu tardif** vers la mi-Mars, à la fin de la saison sèche.

En 1936, ces parcelles présentaient une végétation très pauvre annuellement parcourue par le feu. L'ensemble était dominé par quelques ligneux de grande taille épargnés par les cultures. Dans cette formation initiale on a pu recenser les différentes espèces forestières classées dans le tableau qui suit :

**Tableau 2 : Végétation initiale des "parcelles feux" de Kokondékro**

Etage supérieur	Arbres de petits diamètres très fréquents	Espèces moins représentées	Espèces peu fréquentes
<i>Cussonia djalensis</i>	<i>Anona senegalensis</i>	<i>Albizzia zygia</i>	<i>Alchornea cordifolia</i>
<i>Lannea barteri</i>	<i>Bridelia ferruginea</i>	<i>Combretum molle</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Terminalia glaucescens</i>	<i>Daniellia oliveri</i>	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	<i>Cola cordifolia</i>
<i>Ficus capensis</i>	<i>Ficus capensis</i>	<i>Grewia mollis</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>
<i>Parkia biglobosa</i>	<i>Hymenocardia acida</i>	<i>Ficus vallis-choudae</i>	<i>Erythrina senegalensis</i>
<i>Piliostigma thonningii</i>	<i>Nauclea latifolia</i>	<i>Lonchocarpus cyanescens</i>	<i>Lannea acida</i>
<i>Trichilia emetica</i>	<i>Parinari curatellifolia</i>	<i>Syzigium guineensis</i>	<i>Lophria lanceolata</i>
<i>Bridelia ferruginea</i>	<i>Pereopsis laxiflora</i>	<i>Trema guineensis</i>	<i>Psidium guayava</i>
<i>Vernonia colorata</i>	<i>Piliostigma thonningii</i>	<i>doniana</i>	<i>Spondias mombin</i>
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>		<i>Vitellaria paradoxa</i>
	<i>Pseudocedrela kotschy</i>		
	<i>Trichilia emetica</i>		
	<i>Ximenia americana</i>		

## Etat des "parcelles feux" en 1994

58 ans après la mise en place de l'essai, la végétation des trois parcelles a évolué différemment.

### a) La parcelle X, Protection intégrale.

Cette parcelle, protégée contre les feux de brousse et toute autre action anthropique présente, aujourd'hui, une végétation de forêt dense semi-décidue. Cette forêt plus ou moins au stade pseudo-climacique comporte des espèces caractéristiques qui sont consignées (liste non exhaustive) dans le tableau suivant :

**Tableau 3 : Végétation actuelle sur la parcelle X, protection intégrale.**

Etage supérieur	Arbustes	Lianes	Sous-bois
<i>Albizzia adiantifolia</i>	<i>Allophylus africanum</i>	<i>Abrus precatorium</i>	<i>Opilia latifolia</i>
<i>Albizzia ferruginea</i>	<i>Aubrevillea kerstingii</i>	<i>Alchornea cordifolia</i>	<i>Thonningia sanguinea</i>
<i>Antiaris toxicaria</i>	<i>Canthium vernosum</i>	<i>Clementis hirsuta</i>	<i>Setaria barbata</i>
<i>Anthonota crassifolia</i>	<i>Cola heterophylla</i>	<i>Combretum zincheri</i>	<i>Oplismenus burmannii</i>
<i>Canarium schwenfurthii</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	
<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Fagara angolensis</i>	<i>Griffonia simplicifolia</i>	
<i>Milicia excelsa</i>	<i>Holarrhena africana</i>	<i>Opilia amentacea</i>	Ainsi que les semis de
<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	<i>Hippocratea pallens</i>	toutes les autres
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	<i>Phoenix reclinata</i>	<i>Landolphia heudelotii</i>	espèces des étages
<i>Khaya senegalensis</i>	<i>Rauwolfia vomitoria</i>	<i>Mezoneuron benthamianum</i>	supérieurs
<i>Malacantha heudelotiana</i>	<i>Trichilia prieureana</i>	<i>Paullinia pinnata</i>	
<i>Margaritaria discoidea</i>	<i>Uapaca heudelothii</i>	<i>Smilax crossiana</i>	
<i>Sterculia tragacantha</i>	<i>Uvaria chamae</i>	<i>Saba senegalensis</i>	
		<i>Tetracera alnifolia</i>	

### b) La parcelle Y, feu précoce

D'une manière générale, on ressent une nette évolution de la végétation; il y a colonisation progressive de la parcelle par les ligneux au détriment des graminées. La partie amont de la parcelle qui est jouxtée à l'Est par une forêt naturelle et au Sud par une plantation de Teck est presque une forêt sèche avec apparition d'espèces ligneuses caractéristiques et disparition presque totale des graminées. La moitié aval présente l'allure d'une savane boisée avec remplacement progressif des espèces savanicoles par des espèces forestières (cf. tableau 4).

L'effet de lisière, sur la moitié amont de la parcelle se traduit par l'apparition de tiges de *Cassia siamea* et de Teck. Le sous-bois est colonisé par une prolifération de plants de *Phyllanthus nummularifolia*.



**Tableau 4 Végétation actuelle de la "parcelle feux précoces".**

PARTIE AVAL DE LA PARCELLE		PARTIE AMONT DE LA PARCELLE	
Arbres et Arbustes	Herbacées	Arbres et Arbustes	Herbacées
<i>Bridelia ferruginea</i>	<u>Paocées 80 %</u>	<i>Antidesma venosum</i>	<i>Phyllanthus nummularifolia</i> .
<i>Cussonia arborea</i>	<i>Elymandra androphila</i>	<i>Allophylus africanus</i>	semis des arbres et
<i>Daniellia oliveri</i>	<i>Panicum fragmitoides</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>	arbustes
<i>Lannea acida</i>	<i>Hyparrhenia smithiana</i>	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	<i>Paullinia pinata</i>
<i>Parinari curatellifolia</i>	<i>Euclastra condylotricha</i>	<i>Olax subscorspioidea</i>	<i>Smilax kraussiana</i>
<i>Pericopsis laxiflora</i>		<i>Holarrhena floribunda</i>	<i>Saba senegalensis</i>
<i>Piliostigma thonningii</i>	<u>Herbacées</u>	<i>Cola gigantea</i>	<i>Clerodendrum capitatum</i>
<i>Pseudocedrella kotschy</i>	<u>dicotylédones 20%</u>	<i>Khaya senegalensis</i>	<i>Lonchocarpus cyanescens</i>
<i>Terminalia glaucescens</i>	<i>Aspilia bussei</i>	<i>Malacantha heudelotiana</i>	<i>Dioscorea bulbifera</i>
<i>Trichilia emetica</i>	<i>Cissus rufescens</i>	<i>Antiaris toxicaria</i>	<i>Euclastra condylotricha</i>
<i>Tectona grandis</i>	<i>Pseudarthria hookeri</i>	<i>Sterculia tragacantha</i>	
	<i>Vernonia guineensis</i>	<i>Phoenix reclinata</i>	
	<i>Lippia multiflora</i>	<i>Cassia siamea</i>	
	<i>Tephrosia bracteolata</i>	<i>Tectona grandis</i>	
	<i>Tephrosia elegans</i>	<i>Gmelina arborea</i>	
	<i>Cassia mimosaoides</i>	<i>Anthocleista djalensis</i>	
		<i>Albizia glaberrima</i>	
		<i>Trichalysia okelensis</i> .	

c) La parcelle Z "feux tardifs"

D'une manière générale, les espèces forestières ont disparu dès le début de l'expérience notamment : *Diospyros mespiliformis*, *Harungana madagascariensis*, *Vernonia colorata*.

Les espèces peu pyrophiles ont régressé régulièrement notamment : *Ficus capensis*, *Cola gigantea*, *Lannea barteri*. Actuellement, on ne rencontre que quelques souches, qui rejettent encore de *Daniellia oliveri*, *Bridelia ferruginea*, *Pericopsis laxiflora*.

*Cussonia arborea* et *Piliostigma thonningii* qui sont un peu plus pyrophiles que les précédents ont marqué un temps de progression avant de régresser. Quant aux espèces les plus pyrophiles elles se sont maintenues jusque là. Dans ce groupe on peut citer *Terminalia glaucescens*, *Grewia mollis*, *Lophira lanceolata*, *Parinari curatellifolia*, *Crossopteryx febrifuga*, *Ximenia americana*

La parcelle, présente une allure de savane arbustive dans son quart amont et savane herbeuse fortement dégradée sur ses 3/4 aval.

En conclusion à ce sous-chapitre de végétation du site de Kokondékro, nous pourrions, parlant de l'effet de feu sur la végétation, citer un passage d'un article de Fiches techniques d'élevage tropical, Fiche n°3 -Mars 1990 - IEMVT-CIRAD.

<<En l'absence de feu, la végétation des savanes évolue toujours, à plus ou moins longue échéance, vers des formations forestières floristiquement apparentées aux forêts denses ; cette évolution s'accomplit par le remplacement des espèces savanicoles appelées pyrophytes parcequ'elles supportent le feu (TROCHAIN), par des espèces forestières, sensibles au feu, mais à croissance plus rapide et plus

compétitives en absence de feu que les espèces de savanes. Ces espèces de savanes finissent par disparaître, ce qui revient à dire que le feu leur est nécessaire. Les pyrophytes, non seulement supportent le feu mais ont besoin de feu pour se maintenir car le feu les protège contre la concurrence des espèces forestières. Savanes et forêts claires, dont les flores sont, à peu de choses près identiques, ont besoin de feu pour subsister>>.

Nous pourrions ajouter que la période de mise à feu est aussi un paramètre déterminant dans la dynamique de la végétation en zone de savane. Quand le feu est précoce, il permet une évolution de la végétation vers la forêt claire et lorsqu'il est tardif, il entraîne plutôt une évolution de la végétation vers la savane herbeuse.

## **Matériel et méthode**

### **Matériel :**

#### **Le profil pédologique exploré par la macrofaune du sol**

##### **Litière**

Nous n'avons rencontré de litière que dans les formations végétales protégées contre les feux de brousse et toute autre action anthropique : la parcelle X protection intégrale.

##### **Humus**

L'horizon pénétré par la matière organique se développe, sur l'ensemble de la parcelle intégralement protégée sur 30 à 40 cm. L'horizon humifère est moyen, 24 à 18 cm pour les parcelles Y ("feux précoces"), Z (feux tardifs).

##### **Nature et épaisseur du sol étudié**

Sur les "parcelles feux" de Kokondékro l'épaisseur des horizons meubles, selon les sondages pédologiques de Y. KRA (1990) est de 80 à 85 cm respectivement sur l'amont de la parcelle "feux tardifs" et toute la parcelle de protection intégrale. Elle diminue légèrement en aval de la parcelle de "feux tardifs" (70 cm) et de beaucoup sur la parcelle "feux précoces" où elle n'est que de 60 cm. Les matériaux grossiers quartzeux se développent sur des épaisseurs variables, 38 cm en parcelle de protection intégrale 55 cm et 25 cm respectivement en amont et en aval de la parcelle de "feux tardifs", 34 et 22 cm en amont et en aval de la Parcelle de "feux précoces".

Selon la même étude et en considérant la plus forte concentration de nodules dans les profils, l'on s'aperçoit que la parcelle de "feux tardifs" vient en tête avec 30 % de quartz sur 25 cm dans sa section aval ; l'amont de la parcelle de "feux précoces" suit avec 25 % sur une épaisseur de 40 cm. Le volume apparent de matériaux grossiers est identique partout ailleurs ; seules, les épaisseurs varient : 20 % sur 22 cm en aval de la parcelle de "feux précoces", 20 % sur 18 cm en parcelle entièrement protégée et 20 % sur 6 cm en amont de la parcelle de "feux précoces".

## Généralités sur la macrofaune du sol

La faune du sol peut se classer suivant différents critères ; la taille, l'habitat, le régime alimentaire et le temps passé dans le sol et la profondeur à laquelle se trouve la faune.

Selon la taille, on distingue trois catégories de faune du sol (P. LAVELLE et al, 1990):

- La microfaune : elle regroupe les animaux d'une taille moyenne inférieure à 0,2 mm. On y rencontre des animaux entièrement aquatiques tels que les protozoaires et les nématodes.
- La mésofaune renferme les animaux de taille moyenne comprise entre 0,2 mm et 2 mm. On y rencontre les microarthropodes (collembolles et acariens) et les petits oligochètes Enchytreidae qui vivent essentiellement dans la litière et l'espace poral du sol au voisinage de la surface.
- La macrofaune : c'est la catégorie de faune qui va retenir notre attention dans cette étude. Elle est composée d'animaux de taille supérieure à 2 mm et vit dans la litière ou dans le sol.

Le professeur E. GARNIER-SILLAM dans sa thèse d'Etat, fait référence à une classification de la faune du sol en fonction du temps qu'elle passe dans le sol et en fonction de la profondeur à partir de laquelle elle vit ; dans cette classification, on distingue quatre groupes :

- l'édaphon désigne les espèces qui passent le cycle complet de leur vie dans le sol ; ce sont des espèces géobiontes comme les **anélides**, les **acariens** ou les **collembolles**. L'édaphon désigne aussi des espèces géophiles qui ne passent qu'une partie de leur existence, dans le sol notamment les larves des Diptères.
- l'épidaphon désigne les animaux demeurant à la surface du sol ;
- l'hémiédaphon désigne les animaux qui vivent dans la litière et l'horizon organique du sol
- l'euédaphon désigne les populations animales qui vivent dans la profondeur du sol et présentent généralement de nombreux caractères adaptatifs.

## Les caractéristiques de la macrofaune du sol

La macrofaune du sol peut, elle-même, être divisée en trois grands groupes suivant la profondeur de son habitat (P. LAVELLE et al, 1990).

Chacun des trois groupes joue un rôle différent dans l'écosystème:

- les épigés vivent dans la litière et s'en nourrissent. Ce sont essentiellement des **arthropodes (diplopodes, isopodes, larves de diptères)** et des vers de petite taille pigmentés. A ces saprophages, il faut ajouter leurs prédateurs (**chilipodes, fourmis** et certains **coléoptères**). Les épigés, président au fractionnement progressif de la litière et à sa décomposition en surface.
- les endogés vivent dans le sol et se nourrissent de matière organique ou de racines (mortes ou vivantes). Ce sont essentiellement des termites humivores et

des vers de terre non pigmentés de tailles et de formes variables allant des petites espèces filiformes de quelques centimètres de long, vivant dans la rhyosphère, aux géantes de 30 à 60 cm qui colonisent les strates profondes (20 à 40 cm) des savanes humides. Les endogés peuvent marquer la structure du sol à la faveur de plusieurs actions :

- ♦ production de déjections (turricules ou boulettes fécales) participant à l'agrégation du sol ;
  - ♦ creusement de galeries et de nids dans le sol,
  - ♦ rejet en surface de sol sous forme de turricules de vers de terre, de placage de termites ou de nids épigés (de fourmis et de termites).
- les anéciques vivent dans des galeries ou nids qu'ils creusent eux-mêmes dans le sol. Ils se nourrissent de litière prélevée à la surface. Ce sont essentiellement des vers de terres (quoique peu représentés en Afrique sous cette forme) et la grande majorité des termites. La litière introduite dans le sous-sol ou dans les termitières est soumise à d'autres formes de dynamiques de décomposition.

### **Composition des peuplements et abondance de la macrofaune des sols des savanes**

La macrofaune du sol des savanes est dominée par les termites (composante la plus importante en densité et en biomasse) et les vers de terre, si la pluviosité est suffisante (LAVELLE et al, 1981 ; LAVELLE, 1983a ; Kouassi, 1987, DANGUERFIELD, 1989).

En Afrique de l'Ouest, l'importance des peuplements de vers de terre est fonction de la pluviosité, d'une part, et de la durée de la saison sèche, d'autre part (LAVELLE et al, 1990).

**Tableau 5 : Composition et abondance de la macrofaune (en poids frais /m²) dans diverses Savanes naturelles d'Afrique et pâturage tropicaux.**

Sites	Lamto (Côte d'Ivoire)	Foro-Foro (Côte d'Ivoire)	Booro-Borotou (Côte d'Ivoire)	Marondera (Zimbabwe)	Marondera (Zimbabwe)	Laguna verde (Zimbabwe)
Type de végétation	Savane	Savane	Savane	Miombo	Mai	pâturages
Pluviosité (mm)	1 200	1 100	1 300	850	850	1600
Durée s.sèche (mois)	2	4	5	7	7	4
Vers de terre	26,7	22,3	25,6	4	0	47
Termites	5,6	2,8	9,2	0,8	0	0
Fourmis	2,7	2,1	0,73	n.d.	n.d.	1,09
Coléoptères	0,61	1,3	5,3	3,4	0,9	45
Myriapodes	0,2	0,73	0,3	5,7	0	0,7
Arachnides	0,11	0,1	0,03	0,15	0,07	0,9
Autres	0,26	0,35	0,12	1,55	0,24	1,3
Total	64,79	29,7	43,74	12,48	1,14	96

Source : Savanes d'Afrique, terres fertiles ? (conservation de la fertilité des sols de savane par la gestion de l'activité de la macrofaune du sol) P. LAVELLE et al., 1990.

Notons que les vers de terre des savanes africaines sont essentiellement géophages (se nourrissant de la matière organique du sol à la différence de leurs homologues des

régions tempérées européennes ou nord-américaines qui sont dominés par des anéciques ou des épigés qui consomment essentiellement de la litière à des stades de décomposition très variés mais pas de la matière organique du sol (LAVELLE, 1973b).

Lorsque le climat s'assèche, les peuplements de vers de terre se réduisent et ne comptent plus que des espèces se nourrissant de litière ou d'une terre riche en matière organique (J.M. DANGERFIELD, 1989). Les vers de terre disparaissent des savanes d'Afrique lorsque la pluviosité annuelle moyenne tombe en dessous de 800 mm et ainsi, les termites deviennent l'élément important.

Les termites sont, en Afrique, un élément essentiel et omniprésents de la macrofaune du sol (P. LAVELLE et al, 1990). Les densités et les biomasses qu'on en donne sont, sans nul doute, sous-estimées à cause des erreurs de manipulation (prélèvement de sol à l'extérieur des grosses termitières et tri manuel non exhaustif).

A biomasse égale, les termites sont bien plus actifs que les vers de terre du fait de la faible taille individuelle (qui leur confère un métabolisme plus élevé) et à leur activité qui n'est pas interrompue au cours de la saison sèche (KOUASSI, 1987).

Les termites consomment du matériel végétal frais ou plus ou moins décomposé. On distingue selon le régime alimentaire, quatre groupes :

- les *xylophages* qui mangent le bois
- les *champignonnistes*
- les *fourrageurs*
- les *humivores*.

La proportion relative de ces divers types varie avec la pluviosité ; les *humivores* et les *champignonnistes* diminuent en importance relative avec la pluviosité tandis que les fourrageurs sont dominants dans les zones les plus arides ; les *xylophages* ont une distribution intermédiaire (M. LEPAGE cité par MENAUT et al., 1985).

La macrofaune du sol compte aussi, parfois en abondance, des larves de *coléoptères* souvent rhizophages et qui peuvent constituer plus de la moitié de la biomasse dans certaines savanes semi-arides. On rencontre aussi dans la macrofaune du sol, des arthropodes consommateurs de litière et leur cortège de prédateurs. Cette macrofaune épigée semble être d'autant plus croissante que la proportion de ligneux dans la végétation augmente pendant que l'abondance des termites diminue (P. LAVELLE et al., 1990).

### **Cas particuliers des termites et des vers de terre**

Les termites et les vers de terre, constituent l'essentiel de la macrofaune du sol qui préside à la décomposition de la matière organique du au fait de leurs intenses activités biologiques et mécaniques ainsi que leur abondance dans les sols des savanes.

Notre étude portera essentiellement sur ces deux composantes de la macrofaune du sol : il nous paraît donc nécessaire d'approfondir les informations qui les concernent.

## Les termites

### Définition et systématique

Selon P.P. Grasse, (1949 ; 1982) cité par le professeur E. Garnier SILLAM, les termites sont des <<insectes à développement direct, à appareil bucal du type broyeur, à deux paires d'ailes membraneuses, subégales et à riche nervation. Tous les termites mènent une vie sociale d'une grande complexité>>. A l'intérieur d'une termitière se retrouvent plusieurs millions d'individus différant par un certain nombre de caractères morphologiques. Ils ont cependant tous en commun les caractéristiques suivantes :

- corps recouvert d'un tégument rigide et divisé en 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen.
- la tête porte une seule paire d'antennes.
- le Thorax porte trois paires de pattes.

Toutes ces caractéristiques montrent que le termite fait partie de la classe des Insectes, à la sous-classe des *Ptérygotes*, au super-ordre des *Blattoptérides* et à l'ordre des *Isoptères*.

On distingue actuellement six familles de termites, ressemblant environ 190 genres et un peu moins de 2800 espèces vivantes (K. KRISHNA 1969).

### La vie sociale des Termites

En observant attentivement les habitants de la termitière, nous pouvons rapidement distinguer 3 catégories d'individus qui constituent les 3 castes essentielles de la société:

- Caste des ouvriers Ce sont les individus les plus nombreux dans une termitière, quelle que soit l'espèce. Ils mesurent, en moyenne entre 0.3 à 1.5 cm de long selon les espèces. Le Tégument qui recouvre l'abdomen est dépigmenté, mou et transparent ; le tube digestif que l'on peut voir, à la faveur de la transparence du tégument est particulièrement développé et remplit totalement la cavité abdominale.
- Caste des soldats Les soldats chargés de la défense des habitants de la termitière, sont toujours en nombre très réduit par rapport aux ouvriers. Les proportions varient entre 1 soldat pour 10 ouvriers à 1 soldat pour 1000 ouvriers selon les espèces.

Les soldats et les ouvriers n'ont pas d'organes génitaux fonctionnels ; ce sont des castes neutres aptères. Morphologiquement, les soldats se distinguent des ouvriers par une taille légèrement supérieure et surtout par une tête très développée, très dure et très colorée et par des mandibules particulièrement importantes leur tube digestif, toujours moins développé que celui des ouvriers, est, le plus souvent, incolore comme les ouvriers, ils sont aveugles.

- Castes des sexués Ce sont les seuls termites qui présentent un appareil génital (mâle ou femelle) fonctionnel et qui assurent la reproduction sexuée de la

colonie. Le plus souvent, il n'y a que deux individus sexués : le roi et la reine qui sont généralement enfermés dans l'une construction très caractéristique, très résistante et qui assure leur protection ; c'est la <<loge royale>>.

- Le roi est caractérisé par une taille nettement supérieure à celle des ouvriers. Il se distingue aussi par une forte pigmentation et sa tête est pourvue de 2 larges yeux et des mandibules peu développées.
- La reine présente une tête et un thorax en tout point semblables à ceux du roi, son abdomen est considérablement développé par rapport à celui du roi. Les ovaires de la reine se développent considérablement et distendent complètement l'abdomen après fécondation ; on dit que la reine est <<Physogastre>>. Cet abdomen peut atteindre 100 à 200 fois celui d'un ouvrier. Dans cet état, la reine se déplace difficilement : elle devient pratiquement impotente.

### Le cycle de développement.

Tous les individus présents de la colonie de termites sont issus d'oeufs pondus par la reine et fécondés par le roi. La détermination entre les différentes castes se fait au cours des mues successives, depuis le stade larvaire jusqu'à l'état adulte. L'on ne maîtrise pas totalement encore le processus du déterminisme des castes. Il est important de noter que le rapport entre le nombre de soldats et d'ouvriers, dans la termitière, reste fixe. Lorsqu'il y a un déséquilibre accidentel, la compensation est immédiatement faite par les nouvelles larves.

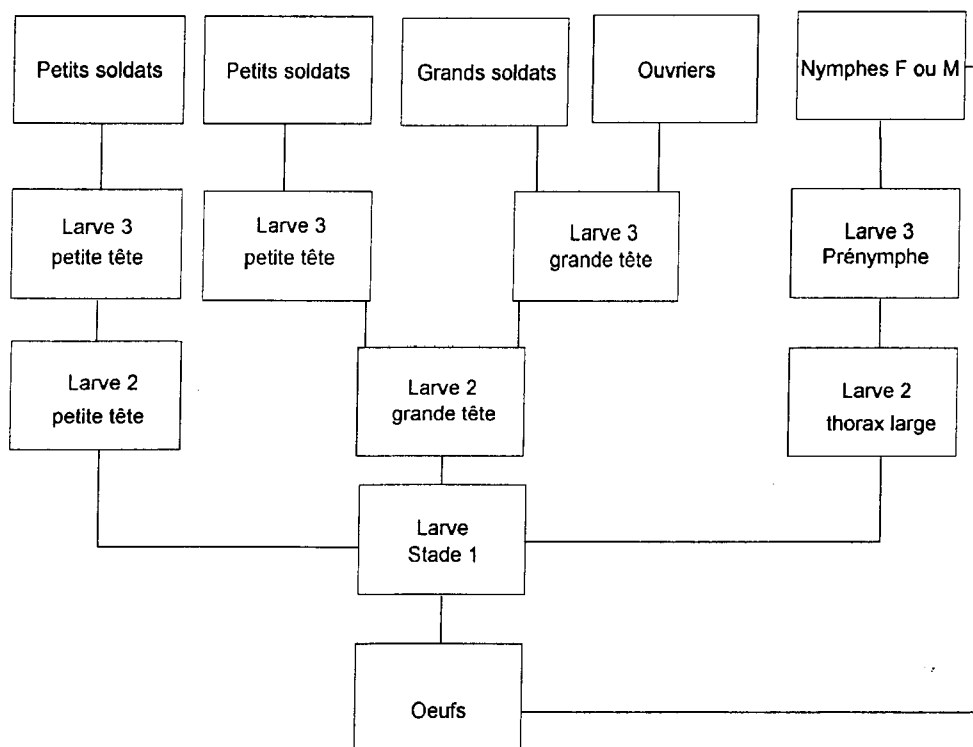


Schéma 1 : Cycle de développement des termites

Source : Cours d'écologie ENS.

## Les vers de terre.

### Définition et systématique

Le vers de terre ou lombric appartient à l'Embranchement des *ANNELIDES* à la classe des *Oligochètes* et à l'ordre des *Lombricides*.

Le peuplement de vers de terre des savanes se compose de 13 espèces dont 9 sont abondantes partout. Par la morphologie, le régime alimentaire et la distribution dans le sol, ces espèces se rattachent à trois groupes écologiques (P. LAVELLE)

**Tableau 6 : Caractères et types écologiques des vers de terre**

Caractères	Types écologiques		
	Epigés	Anéciques	Endogés
Pigmentation	Homochromique	Sombre, antérodorsale	Nulle
Taille	Généralement petite	Souvent grande	Petite à grande
Musculature de fouille	Réduite	Très développée	Développée
Pouvoir de régénération	Nul	Important	Variable (?)
Forme de résistance	Cocons	Diapause	Quiescence
Taille des particules alimentaires	Moyenne	Grande	Très petite
Photophobie	Faible	Modérée	Forte

Source : P. LAVELLE (Relation entre types écologiques et profils démographiques chez les Vers de terre de LAMTO (Côte d'Ivoire).

- Les vers de terre de surface, *Dichogaster agilis* (7 cm de long et 0,70 g poids) et *Millsonia lamtoiana* (45 cm et 32 g) sont relativement courts et fortement pigmentés. Se nourrissant de litière mêlée à de la terre, ils se rencontrent dans les couches les plus superficielles du sol ;
- Les vers géophages de faible profondeur, *Millsonia anomala* (17 cm pour 6 g au stade adulte), les *Eudrilidae* *Chuniodrilus zielae*, *Chuniodrilus palustris* et *Stulmannia porifera* (7 cm de long et 0,2 à 0,30 g) et *Dichogaster terrae-nigrae* (70 cm et 28 g) sont plus allongés que les précédents (L/I = 17 à 40 contre 15) et ne sont pas pigmentés. Ils se nourrissent de terre généralement prélevée dans l'horizon 0 à 10 cm mais également dans les horizons profonds qu'ils prospectent régulièrement ;
- Les vers géophages de grande profondeur, *Agastrodrilus opisthogynus* (20 cm de long et 3,5 g), *Asgastrodrilus multivestitus* (33 cm et 4,5 g) et *Millsonia ghanensis*, (30 cm et 18 g) sont très allongés (L/I = 32 à 65) et ne sont pas pigmentés. Ils se nourrissent de terre prélevée à 30 cm de profondeur, en moyenne, dans le sol ; c'est aussi à cette profondeur qu'ils vivent.

On observe une étroite corrélation entre le mode de vie de ces différentes espèces et la densité du couvert arbustif (P. LAVELLE, Thèse de doctorat d'état es-sciences). Les peuplements de vers de terre diffèrent également selon la densité du couvert végétal tant par la proportion relative spécifique que par la densité et la biomasse globale (cf. Tableau des effectifs et biomasses moyens des différentes espèces dans divers faciès étudiés).



Les géophages de faible profondeur sont prédominants du point de vue biomasse (65 à 82 %) du à l'importance des populations de *Millsonia anomala* (39 à 76 % de la biomasse) et aussi du point de vue densité (92 à 96 %) du au grand nombre des petits *Eudrilidae* notamment *Chuniodrilus zielae* et *Stuhlmannia porifera*.

**Tableau 7 : Effectifs et biomasses moyens des différentes espèces dans divers faciès(sept. 71 - Août 72).**

Espèces	Savane herbeuse		Savane protégée du feu depuis 10 ans		Savane boisée		Hectare tempéré	
	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha
<i>Millsonia lamtoiana</i>	670	4,3	6400	49	15600	98	3700	26
<i>Dichogaster agilis</i>	95000	16	81000	8	156000	31	100000	15
<i>Millsonia anomala</i>	215000	250	235000	217	180000	147	220000	231
<i>Dichogaster terrae-nigrae</i>	2400	13	24300	180	5000	26	9500	67
<i>Chuniodrilus zielae</i>	320000	8	1480000	38	2450000	54,6	860000	21
<i>Stuhlmannia porifera</i>	1120000	30	1090000	28	570000	12,8	1070000	37
<i>Agastrodrilus spp</i>	22000	26	19600	17	13800	8	21000	22
<i>Millsonia ghanensis</i>	15000	97	7200	32	4900	11	12300	70
Total arrondi	1 800 000	440	2 950 000	570	3 400 000	390	2 300 000	490

Source : Compte rendu du colloque de LAMTO (P. LAVELLE, 1973).

### La reproduction chez les vers de terre

Les vers de terre ont un mode de reproduction hermaphrodite à fécondation différée (P. LAVELLE, 1981).

Du cocon (sorte d'oeuf) sort généralement un seul individu, à l'exception de quelques rares cas de polyembryonie ; la structure résistante du cocon assure une bonne protection de l'embryon et favorise un fort taux d'éclosion (cf. coupe schématique d'un cocon de vers de terre), la fécondité des adultes augmente avec la valeur nutritive de l'alimentation et diminue avec la taille des espèces. Les vers de terre, par le fait qu'ils dépensent beaucoup d'énergie en activités mécaniques et en production de mucus, réservent très peu d'énergie pour la reproduction (0,028 % de l'énergie assimilée par le Megascollicidae africain *Millsonia anomala*). Une relation étroite existe ainsi entre les stratégies reproductives et les types écologiques tels qu'ils ont été définis plus haut.

### Méthodes

La méthodologie que nous avons adoptée pour l'étude des différentes espèces de la macrofaune est connue sous l'appellation de TSB.F (Tropical Soil Biology and Fertility), mise au point par ANDERSON et INGRAM, en 1988.

Cette technique consiste à faire des prélèvements d'échantillons de terre sur un transect donné. Le prélèvement se fait en dix répétitions : autrement dit, il y a 10 blocs sur un transect, espacés de 5 m

## Les vers de terre.

### Définition et systématique

Le vers de terre ou lombric appartient à l'Embranchement des *ANNELIDES* à la classe des *Oligochètes* et à l'ordre des *Lombricides*.

Le peuplement de vers de terre des savanes se compose de 13 espèces dont 9 sont abondantes partout. Par la morphologie, le régime alimentaire et la distribution dans le sol, ces espèces se rattachent à trois groupes écologiques (P. LAVELLE)

**Tableau 6 : Caractères et types écologiques des vers de terre**

Caractères	Types écologiques		
	Epigés	Anéciques	Endogés
Pigmentation	Homochromique	Sombre, antérodorsale	Nulle
Taille	Généralement petite	Souvent grande	Petite à grande
Musculature de fouille	Réduite	Très développée	Développée
Pouvoir de régénération	Nul	Important	Variable (?)
Forme de résistance	Cocons	Diapause	Quiescence
Taille des particules alimentaires	Moyenne	Grande	Très petite
Photophobie	Faible	Modérée	Forte

Source : P. LAVELLE (Relation entre types écologiques et profils démographiques chez les Vers de terre de LAMTO, Côte d'Ivoire).

- Les vers de terre de surface, *Dichogaster agilis* (7 cm de long et 0,70 g poids) et *Millsonia lamtoiana* (45 cm et 32 g) sont relativement courts et fortement pigmentés. Se nourrissant de litière mêlée à de la terre, ils se rencontrent dans les couches les plus superficielles du sol ;
- Les vers géophages de faible profondeur, *Millsonia anomala* (17 cm pour 6 g au stade adulte), les *Eudrilidae Chuniodrillus zielae*, *Chuniodrillus palustris* et *Stulmannia porifera* (7 cm de long et 0,2 à 0,30 g) et *Dichogaster terrae-nigrae* (70 cm et 28 g) sont plus allongés que les précédents (L/I = 17 à 40 contre 15) et ne sont pas pigmentés. Ils se nourrissent de terre généralement prélevée dans l'horizon 0 à 10 cm mais également dans les horizons profonds qu'ils prospectent régulièrement ;
- Les vers géophages de grande profondeur, *Agastrodrilus opisthogynus* (20 cm de long et 3,5 g), *Asgastrodrilus multivestibulatus* (33 cm et 4,5 g) et *Millsonia ghanensis*, (30 cm et 18 g) sont très allongés (L/I = 32 à 65) et ne sont pas pigmentés. Ils se nourrissent de terre prélevée à 30 cm de profondeur, en moyenne, dans le sol ; c'est aussi à cette profondeur qu'ils vivent.

On observe une étroite corrélation entre le mode de vie de ces différentes espèces et la densité du couvert arbustif (P. LAVELLE, Thèse de doctorat d'état es-sciences). Les peuplements de vers de terre diffèrent également selon la densité du couvert végétal tant par la proportion relative spécifique que par la densité et la biomasse globale (cf. Tableau des effectifs et biomasses moyens des différentes espèces dans divers faciès étudiés).

Les géophages de faible profondeur sont prédominants du point de vue biomasse (65 à 82 %) du à l'importance des populations de *Millsonia anomala* (39 à 76 % de la biomasse) et aussi du point de vue densité (92 à 96 %) du au grand nombre des petits *Eudrilidae* notamment *Chuniodrilus zielae* et *Sthulmannia porifera*.

**Tableau 7 : Effectifs et biomasses moyens des différentes espèces dans divers faciès(sept. 71 - Août 72).**

Espèces	Savane herbeuse		Savane protégée du feu depuis 10 ans		Savane boisée		Hectare tempéré	
	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha	Nombre/ha	Biomasse kg/ha
<i>Millsonia lamtoiana</i>	670	4,3	6400	49	15600	98	3700	26
<i>Dichogaster agilis</i>	95000	16	81000	8	156000	31	100000	15
<i>Millsonia anomala</i>	215000	250	235000	217	180000	147	220000	231
<i>Dichogaster terrae-nigrae</i>	2400	13	24300	180	5000	26	9500	67
<i>Chuniodrilus zielae</i>	320000	8	1480000	38	2450000	54,6	860000	21
<i>Sthulmannia porifera</i>	1120000	30	1090000	28	570000	12,8	1070000	37
<i>Agastrodrilus spp</i>	22000	26	19600	17	13800	8	21000	22
<i>Millsonia ghanensis</i>	15000	97	7200	32	4900	11	12300	70
Total arrondi	1 800 000	440	2 950 000	570	3 400 000	390	2 300 000	490

Source : Compte rendu du colloque de LAMTO (P. LAVELLE, 1973).

### La reproduction chez les vers de terre

Les vers de terre ont un mode de reproduction hermaphrodite à fécondation différée (P. LAVELLE, 1981).

Du cocon (sorte d'oeuf) sort généralement un seul individu, à l'exception de quelques rares cas de polyembryonie ; la structure résistante du cocon assure une bonne protection de l'embryon et favorise un fort taux d'éclosion (cf. coupe schématique d'un cocon de vers de terre), la fécondité des adultes augmente avec la valeur nutritive de l'alimentation et diminue avec la taille des espèces. Les vers de terre, par le fait qu'ils dépensent beaucoup d'énergie en activités mécaniques et en production de mucus, réservent très peu d'énergie pour la reproduction (0,028 % de l'énergie assimilée par le Megascollicidae africain *Millsonia anomala*). Une relation étroite existe ainsi entre les stratégies reproductives et les types écologiques tels qu'ils ont été définis plus haut.

### Méthodes

La méthodologie que nous avons adoptée pour l'étude des différentes espèces de la macrofaune est connue sous l'appellation de TSB.F (Tropical Soil Biology and Fertility), mise au point par ANDERSON et INGRAM, en 1988.

Cette technique consiste à faire des prélèvements d'échantillons de terre sur un transect donné. Le prélèvement se fait en dix répétitions : autrement dit, il y a 10 blocs sur un transect, espacés de 5 m

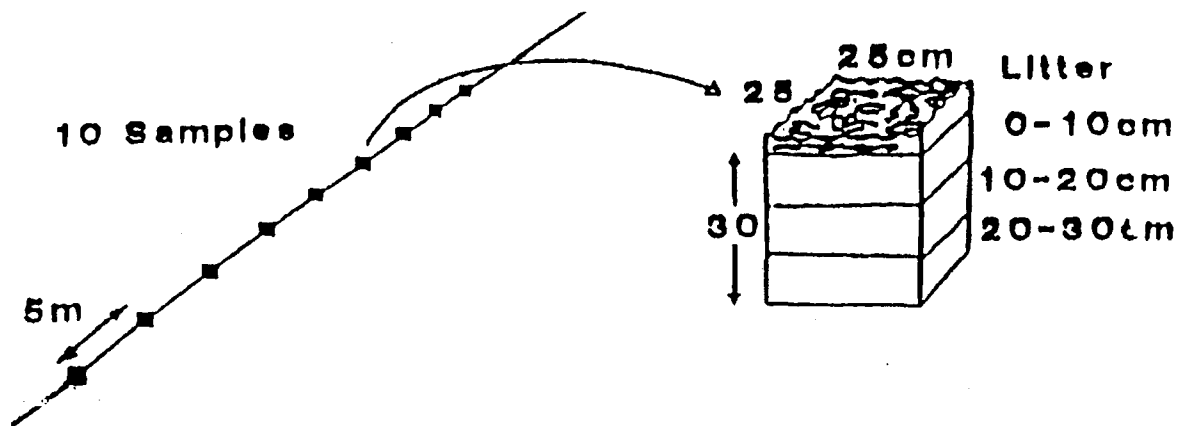
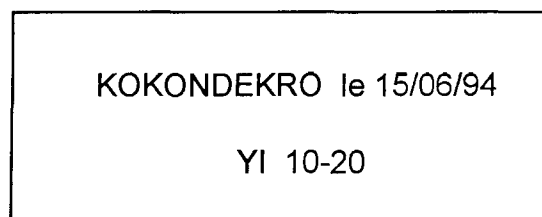


Schéma du transect (TSBF)

Le prélèvement de terre, par bloc se fait sur carré de 25 cm de côté et une profondeur de 30 cm. Les échantillons de terre sont prélevés par horizon de 10 cm ; on a ainsi trois échantillons par bloc (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm). Ceci représente 30 échantillons par transect.

Le tri de la macrofaune s'est fait manuellement, sur le terrain ; la terre prélevée sur un horizon (25 x 25 x 10 cm) est étalée sur un plateau et la faune visible à l'oeil nu (insectes et autres invertébrés) est prélevée à l'aide d'une pince à disséquer et conservée dans un pilulier contenant de l'alcool à 95°. Chaque pilulier contient une étiquette sur laquelle on note la date du prélèvement, le Site, le transect et le n° de l'horizon.



Shéma 2 : Présentation d'une étiquette de pilulier.

Cette étiquette désigne le pilulier contenant la macrofaune rencontrée dans l'horizon (10-20 cm) du bloc I sur le transect Y de KOKONDEKRO ; le prélèvement ayant été fait le 15 Juin 1994.

### Présentation des trois situations de Kokondékro (BOUAKE)

Les "parcelles feux" de Kokondékro montrent trois types de végétation :

- Forêt dense semi décidue
- Savane boisée à tendance forêt claire par endroit
- Savane herbeuse à tendance arbustive.

Nous avons installé un transect sur chacun des 3 types de végétation.

## **Méthodologie et chronogramme adoptés dans la réalisation des différentes opérations**

### **Prélèvement des échantillons de la végétation herbacée et de la litière**

Nous avons confectionné un cadre métallique de 25 cm x 25 cm qui nous a servi à délimiter l'emplacement des blocs de prélèvement. A l'aide d'un couteau, nous avons coupé la partie épigée de la végétation herbacée et avons ramassé ensuite la litière (lorsqu'il y en avait) à l'intérieur du cadre ; chacune de ces parties est conservée dans un sachet.

On trie, sur le terrain, toute la macrofaune rencontrée dans la litière. De retour à la base, où est entreposé le matériel scientifique, nous faisons des paquets avec la matière végétale que nous plaçons à l'étuve pendant 24 heures à une température de 105°C pour obtenir de la matière sèche. Avec une balance électronique précise à 10<sup>-2</sup> grammes près, nous avons pesé la matière sèche ainsi obtenue pour en ressortir les biomasses.

### **Prélèvement des échantillons de terre**

L'échantillon de terre prélevé par bloc fait 25 x 25 x 30 cm de volume. Il faut creuser et sortir ce bloc de terre. Cette opération est obligatoire sous les tropiques compte tenu du fait qu'on ne peut pas arriver à faire sortir de terre (jusqu'à 30 cm de profondeur), la macrofaune du sol avec un simple arrosage de formol dilué à 10 % comme on procède en France.

Nous avons mis au point, un cadre métallique articulé (cf. photo du cadre de prélèvement) ; nous avons fait faire quatre éléments, emboîtables les uns dans les autres :

- le premier élément, de 7 cm de hauteur et 25 cm de côté est taillé en biseau à la base pour obtenir ainsi une lame trachante mais assez résistante pour couper les racines et fragmenter les gravillons et autres blocs (granitiques ou latéritiques).
- le deuxième élément qui s'emboîte dans le premier grâce aux épaulements confectionnés sur les bordures, fait 10 cm de hauteur sur 25 cm de côté.
- les troisième et quatrième éléments ont le même volume que le second et s'emboîtent les uns dans les autres de la même façon que les deux premiers.

Ainsi, avec l'ensemble des quatre éléments emboîtés, on a un cadre de 37 cm de profondeur sur 25 cm de côté.

Pour procéder au prélèvement le cadre est enfoncé dans le sol à coups de masse. Pour ne pas déformer les bordures du quatrième cadre sur lequel on donne les coups de marteau, on dépose un bois (chevron ou rondelle) sur le cadre ; ainsi, c'est le bois qui reçoit les coups de marteau. Lorsque l'ensemble du cadre est complètement enfoncé dans le sol (les bordures supérieures du quatrième cadre affleurant à la surface du sol) on arrête le travail du marteau et l'on creuse avec une houe (daba à manche recourbé et à lame relativement large) autour du cadre.

Pour avoir les trois premiers horizons de 10 cm de profondeur chacun, on procède au détachement des éléments, les uns des autres, en prenant soin, chaque fois, de mettre une lame de tôle entre deux éléments contigus pour séparer ainsi les horizons.

Les trois échantillons de 10 x 25 x 25 cm sont mis en sachets portant les numéros des horizons (0-10 ; 10-20 et 20-30) ainsi que le numéro du transect et du bloc, la date de prélèvement et le lieu de prélèvement.

### **Tri de la pédofaune du sol prélevé**

La faune du sol concernée par notre étude est l'ensemble des macroinvertébrés notamment :

- les *Oligchètes*
- les *Arachnides*
- les *Myriapodes*
- les *Insectes*

La terre de chaque horizon est étalée dans un plateau et la macrofaune rencontrée est prélevée à l'aide de pinces à disséquer. L'ensemble des macroinvertébrés d'un horizon (de 10 cm) est conservé dans un pilulier contenant de l'alcool à 95°. Comme nous l'avons dit dans l'introduction de ce chapitre, chaque pilulier porte la date de prélèvement de la faune qu'il contient, le numéro du site, le numéro du transect, le numéro du bloc et enfin le numéro de l'horizon. Tous les échantillons prélevés au cours d'une journée sont traités le même jour.

### **Organisation des travaux de terrain**

Sur le terrain, nous avons bénéficié de l'aide de manoeuvres temporaires payés par le Projet DG11 - CEE et d'un stagiaire (Ingénieur des travaux forestiers). Cette aide très appréciable nous a permis de travailler sur sept transects et de faire deux séries de passage.

### **Les 3 transects des "parcelles feux" de Kokondékro.**

Les "parcelles feux" de Kokondékro, bénéficient d'une étude approfondie dans le cadre du Projet DG 11 de la C.E.E. Nous avons intégré notre étude dans le cadre du Projet. Ainsi, nous avons disposé de financement pour la réalisation de certains travaux préliminaires notamment la confection de 600 bornes de béton que nous avons utilisées pour matérialiser un maillage de 10 m de côté dans chacune des trois "parcelles feux".

Chaque parcelle comporte, désormais, 200 sous-parcelles de 0,01 ha : 10 x 10 m.

Pour le choix du départ d'un transect, nous avons tiré aléatoirement une étiquette dans le panier des colonnes et une étiquette dans celui des bandes. Ainsi, la première étiquette indique la colonne dans laquelle sera installé le transect et la deuxième, la bande matérialisant le point de départ du transect (le premier bloc). Le sens de la progression est choisi en fonction de la distance entre la bande choisie pour le point

de départ et les première et vingtième bandes ; l'objectif étant de trouver une distance de 50 m. Dans tous les cas nous sommes toujours arrivés à matérialiser les deux extrémités de nos trois transects dans la direction de la plus forte pente.

### **Prélèvement de la partie hypogée du matériel végétal**

Il s'agit ici des racines de graminées et autres herbacées dicotylédones ainsi que celles, des ligneux supérieurs, rencontrées dans les différents horizons de terre prélevée. Les racines sont triées par horizon et mises en sachet sur le terrain. Chaque sachet contient les racines d'un horizon (sur 1 seul bloc). On a ainsi, trois sachets de racines par bloc. Chaque sachet porte les numéros de l'horizon, du bloc et du transect.

Les racines sont séchées à l'étuve à 105<sup>0C</sup> pendant 24 heures et pesées pour en ressortir la biomasse sèche (cf. Tableau récapitulatif des données).

### **Classification et comptage de la macrofaune récoltée**

Ayant très peu de connaissances en entomologie et n'ayant pas pu avoir un encadrement technique dans ce domaine, au cours de notre stage, nous avons fait à partir d'observations à la loupe binoculaire, une classification taxonomique sommaire; nous nous sommes arrêtés au niveau des ordres. Il y a eu aussi, des individus que nous n'avons pas pu classer dans un ordre ; ceux-là, ainsi que les différentes larves et cocons rencontrés, ont été classés dans un groupe à part que nous avons dénommé "Autres".

Dans un souci de valorisation maximale des données de la faune, il serait intéressant de pousser plus loin, la reconnaissance taxonomique. Les individus ont été comptés et pesés au niveau de chaque ordre.

Ainsi on a le poids frais de la macrofaune du sol rencontrée par ordre, par horizon, par bloc, par transect et par série. L'ensemble de ces résultats est consigné dans le tableau récapitulatif des données.

### **Tableau récapitulatif des données.**

### **Traitements statistiques**

Nous avons utilisé trois techniques d'Analyses statistiques afin d'analyser les résultats:

- l'analyse de variance
- les tableaux de corrélation
- l'analyse en composantes principales.

### **L'Analyse de variance**

L'analyse de variance a pour but de décomposer la variance totale en plusieurs composantes (les facteurs ou critères de classification) et une résiduelle. Les moyennes de P échantillons et la moyenne générale de l'ensemble des observations permettent de définir plusieurs types de variation :

- La variation due, au facteur contrôlé exprimée par les écarts existant entre les différents échantillons,
- la variation résiduelle due aux écarts existant à l'intérieur des échantillons.

L'importance des différentes sources de variation est mesurée par deux quantités qui sont appelées communément carrés moyens (mean square) : ce sont les carrés moyens factoriels définis à partir des écarts entre les moyennes des différents échantillons et la moyenne générale, et le carré moyen résiduel qui est lui, fonction des écarts existant chaque fois entre la valeur observée et la moyenne de l'échantillon correspondant.

Lorsque l'on fait le rapport des carrés moyens factoriels au carré moyen résiduel, on obtient des mesures observées du degré de fausseté de l'hypothèse nulle.

En rejetant l'hypothèse nulle, c'est à dire l'hypothèse d'égalité des moyennes, on accepte ainsi l'hypothèse que le facteur étudié a un effet significatif sur les valeurs des échantillons observés.

L'analyse de variance est donc, pour ainsi schématiser, une méthode de comparaison des moyennes. Elle a été complétée avec un test de comparaison des moyennes selon la méthode de Student - Newman-Keuls.

### **Etude de corrélation**

Nous avons réalisé une étude de corrélation entre les facteurs et les variables. Cette méthode, utilisée en complémentarité avec l'analyse de variance, a permis de mettre en relief certaines corrélations fortes qui n'étaient pas évidentes dans la première méthode.

### **L'Analyse en Composantes Principales (ACP)**

L'intérêt de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) réside dans sa capacité à résumer une masse d'informations importantes au sein d'un nombre réduit de graphes. Cette analyse multifactorielle, puissante, fait apparaître le ou les facteurs clés du fonctionnement d'un écosystème à partir de nombreuses variables mesurées.

### **Résultats et discussion**

#### **Analyse de variance**

Dans le cas de notre étude, nous avons procédé à une analyse de variance en prenant en compte les quatre facteurs et les 12 variables qui suivent :

- les facteurs : Transect  
Horizon  
Bloc  
Série.



- Les variables : Nombre total d'invertébrés
- Biomasse fraîche de la faune
- Biomasse sèche du couvert végétal
- Biomasse sèche des parties racinaires
- Nombre de d'oligochètes
- Nombre de dermaptères
- Nombre de chilopodes
- Nombre de coléoptères
- Nombre de diplopodes
- Nombre d'isoptères
- Nombre d'arachnides
- pH du sol.

Les autres variables mesurées comme *dictyoptères*, *hétéroptères*, *orthoptères* et autres invertébrés du sol ont été éliminées compte tenu du fait qu'elles n'étaient que très faiblement représentées au sein des échantillons ; en effet elles sont respectivement présentes dans 30, 0, 7 et 7 échantillons parmi les 420 étudiés.

**Tableau 8 : Effets significatifs des facteurs sur chaque variable**

	Transect	Horizon	Bloc	Série
Nombre total d'invertébrés	x			
Biomasse fraîche de la faune	x	x		x
Nombre de d'oligochètes	x	x		
Nombre de dermaptères	x			
Nombre de chilopodes	x	x		x
Nombre de coléoptères	x			
Nombre de diplopodes	x	x		
Nombre d'isoptères	x			
Nombre d'arachnide	x			
Biomasse sèche du couvert végétal	x			
Biomasse sèche de la partie racinaire	x			
pH du sol	x	x		

x signifie qu'il existe un effet significatif pour ce facteur.

A partir de ce tableau nous voyons que :

- Il existe systématiquement un effet significatif du transect ; il existe donc, pour toutes les variables mesurées, des différences entre les transects. Ceci nous paraît assez logique dans la mesure où chacun des transects désigne un biome particulier. Nous venons de vérifier ainsi l'hypothèse que la nature de la formation végétale a une influence notable sur la macrofaune du sol qui la porte
- Il n'existe pas significativement de différence entre les blocs au sein de chaque transect. L'effet bloc est donc nul, il y a homogénéité sur chaque transect pour les 12 variables mesurées.

Ce résultat est d'autant plus important qu'il va nous permettre de ne travailler que sur la moyenne des blocs et de ramener notre étude à 42 observations au lieu de 420.

. Le facteur horizon présente un effet significatif pour les variables suivantes :

- Biomasse de la faune
- Nombre de oligochètes
- Nombre de chilipodes
- Nombre de diplopodes
- Le pH du sol.

Les différences significatives entre les horizons du sol et les variables ci-dessus citées peuvent trouver leurs explications dans les hypothèses qui suivent : de manière générale, nous avons pu nous rendre compte déjà lors du tri sur le terrain, que la faune, du point de vue densité était plus abondante dans l'horizon supérieur (0-10 cm) et régressait au fur et à mesure qu'on gagnait en profondeur ; la macrofaune était souvent très rare dans l'horizon (20-30 cm) où le sol était plus compact avec très souvent une humidité moins abondante que les deux horizons précédents ;

- l'eau est un facteur déterminant pour la vie des invertébrés dans le sol ; si elle manque dans un horizon du sol, la vie y est impossible sauf pour certains stades de vie (cocons d'oligochètes et kystes de certaines espèces) ; si l'eau est aussi trop abondante, cas d'hydromorphie, la vie pour la majorité de la faune du sol devient impossible à l'exception de la microfaune (protozoaires et nématodes) qui est essentiellement aquatique et n'intéresse pas notre étude.
- l'aération du sol joue un rôle important pour la vie de la macrofaune. Or les sols sont plus ou moins ferralitiques, très peu profonds dans l'ensemble et présentent une induration relativement superficielle. Donc, le sol est moins aéré au fur et à mesure qu'on gagne en profondeur rendant la vie plus difficile à la macrofaune
- la biomasse de la faune du sol est essentiellement dominée (cf chapitre II) par les oligochètes et les termites ;
- les chilipodes et les diplopodes vivent au voisinage des racines. Or, le système racinaire est concentré dans les horizons supérieurs surtout les racines des poacées, des dicotylédones herbacées et des jeunes ligneux ;
- la matière organique constitue une part importante dans l'alimentation de la macrofaune du sol (vers de terre épigés et anéciques, termites humivores et autres) cette matière organique se trouve dans les premiers horizons du sol, généralement dans les 20 premiers centimètres du sol ;
- le pH du sol est voisin de la neutralité en surface et diminue en valeur avec la profondeur des horizons. Or, l'on sait que le pH acide crée des conditions de vie dans le sol difficilement supportables, à la faune et certaines espèces végétales.

L'ensemble ces hypothèses explique pourquoi le facteur horizon présente un effet significatif pour les cinq variables citées plus haut.

. Le facteur série, c'est à dire la comparaison entre les deux prélèvements à un mois d'intervalle, est significatif pour les variables biomasse faune et *chilipodes*. Lithobies, scolopendres et géophyles sont regroupés dans l'ordre des chilipodes.

Lors de la première série de prélèvement, nous avons rencontré beaucoup de cocons (vers de terre, termites et autres) que nous avons classé dans le groupe des "autres" avec les larves de coléoptères et autres invertébrés que nous n'avons pas pu identifier.

Nous avons donc posé comme hypothèse, que les cocons de manière générale sont pondus en fin de saison de pluie et s'enkystent durant toute la saison sèche. Le début de l'éclosion de ces cocons vient avec les premières pluies de la nouvelle saison humide (l'enkystement des cocons de vers de terre est confirmé par P. LAVELLE et al., 1990). Ainsi, en début de saison des pluies (mi-juin) l'éclosion des cocons d'oligochètes et de chilipodes n'est qu'à son début. Les jeunes invertébrés rencontrés sont relativement petits et ne pèsent pas lourds par voie de conséquence. Cette réflexion nous a conduit à faire un deuxième prélèvement, un mois plus tard afin de confirmer ou infirmer l'hypothèse. Nous avons pu ainsi confirmer le fait que l'éclosion se fait en début de saison de pluie (du moins pour les deux ordres en question, chilipodes et oligochètes) et que le poids des individus progresse avec l'âge. Cette hypothèse serait vraisemblablement valable pour d'autres invertébrés du sol ; il reste à le prouver.

- Notons que la variable biomasse du couvert végétal est presque significative pour le facteur série (6,8 % au lieu de 5 %) ; la tendance est à une liaison avec la strate inférieure composée essentiellement d'herbacées annuelles ou de Poacées dont les rhizomes résistent aux feux de brousse. Ces types de végétations disparaissent en saison sèche et réapparaissent avec la saison de pluie et la biomasse de ce couvert végétal augmente avec la durée de la saison humide.

- Comparaison de moyennes (Student-Newman-Keuls)

**Tableau 9 : Comparaison des moyennes pour le facteur transect selon la méthode de Student-Newman-Keuls**

<u>Biomasse du couvert végétal</u>		<u>Biomasses des racines</u>		<u>Nombre d'individus</u>		<u>Biomasse de la faune</u>	
Transect 2	A	Transect 3	A	Transect 2	A	Transect 3	A
Transect 1	A	Transect 1	A	Transect 1	A	Transect 1	A
Transect 3	A	Transect 2	A	Transect 3	A	Transect 2	A
<u>Arachneides (n)</u>		<u>Oligochètes (n)</u>		<u>Dermaptères (n)</u>		<u>Chilipodes (n)</u>	
Transect 3	A	Transect 3	A	Transect 1	A	Transect 2	A
Transect 1	A	Transect 2	A	Transect 2	A	Transect 3	A
Transect 2	A	Transect 1	A	Transect 3	B	Transect 1	B
Coléoptères (n)		Diplopodes (n)		Isoptères (n)		pH du sol	
Transect 3	A	Transect 3	A	Transect 2	A	Transect 2	A
Transect 1	A	Transect 1	B	Transect 3	A	Transect 1	AB
Transect 2	A	Transect 2	B	Transect 1	A	Transect 3	B

\* Ne tient compte que du couvert herbacé et non de celui des arbres, ce qui changerait le classement  
Transect 1 : Parcelle Z, feux tardif ; 2 : Parcelle X, feux précoces ; 3 : Parcelle Y, protection intégrale

On peut ainsi tirer de ces comparaisons les résultats suivants :

- Il n'y a pas de différences significatives entre les transects et le nombre d'*isoptères* ; les termites sont donc présents partout. Dans ce cas ni la végétation, ni le sol ne déterminent fondamentalement la présence des isoptères. Peut être que si l'on faisait une étude plus fine sur la répartition géographique des différentes familles d'*isoptères*, l'on pourrait trouver des différences significatives entre les variables familles d'*isoptères* et les facteurs micro-climatiques, édaphiques et couverture végétale.
- En ce qui concerne les *diplopodes*, les *chilipodes* et les *oligochètes*, il existe une nette différence entre les transects. Pour les ***oligochètes***, les moyennes de nombre d'individus sont nettement élevées dans la parcelle X, protection intégrale, végétation de forêt sub-climacique. Les conditions de vie sont plus favorables pour les oligochètes dans les forêts denses semi décidues que dans les formations naturelles savanicoles plus ou moins dégradées.
- Concernant le pH, il est significativement plus élevé dans les parcelles de savane boisée (feux précoces) et de savane herbeuse à arbustive (feux tardifs) que sous forêt. En conclusion, le pH est bas (forte acidité) sur les transects, qui reçoivent beaucoup de litière de ligneux soumise aux seuls agents de décomposition (microflore, bactéries et faune du sol).
- Du point de vue biomasse sèche du couvert végétal et biomasse sèche des racines, les transects présentent des moyennes non significativement différentes. Nous rappelons que nous n'avons considéré comme couvert végétal que les herbacées vivantes ou morte et/ou la litière. C'est ainsi l'importance de la litière sous forêt qui compense le très faible couvert herbacé.

#### Comparaisons des horizon (Student - Newman - Keuls)

Nous avons également réalisé une comparaison de moyennes pour les trois horizons. Dans le tableau qui suit, ne figurent que les variables présentant effectivement un effet significatif pour ce facteur.

**Tableau 10** Comparaison des trois horizons

Biomasse faune		chilipodes	Diplopodes	oligochètes	pH du sol
1	A	1	A	1	A
2	B	2	B	2	B
3	B	3	C	3	B

A la lumière de ce tableau, il ressort une nette décroissance tant du point de vue du nombre d'individus par ordre (pour les ordres en question) que de la biomasse totale de la faune, de l'horizon 1 (0-10 cm) à l'horizon 3 (20-30 cm). De manière générale, plus on descend dans le sol, moins la macrofaune est présente en nombre et en masse.

Il existe également des différences entre horizons pour la mesure du pH ; est-ce cela qui influence la répartition verticale des diplopodes, chilipodes et oligochètes? Nous trouverons certainement la réponse avec les mesures de corrélation. L'horizon 1 (0-10) plus organique, présente un pH significativement différent des deux autres.

. Comparaison des série selon (Student-Newman-Keuls)

**Tableau 11 : Comparaisons en fonction de la date de prélèvement**

Biomasse faune		Nombre de chilipodes	
Série 1	A	1	A
Série 2	B	2	B

Deux variables seulement, présentent un effet significatif vis-à-vis des facteurs série: la biomasse totale de la macrofaune et le nombre d'individus dans l'ordre des chilipodes. On observe donc, entre les deux séries de prélèvements, une augmentation de la biomasse animale au sein des transects, ainsi qu'une augmentation du nombre de chilipodes.

L'hypothèse que nous proposons ici est que la reproduction des chilipodes tout comme celle des oligochètes et des termites (déjà évoquée) se fait à partir du début de la saison de pluies , c'est ainsi qu'entre la première série début de la saison des pluies et la seconde (un mois après la première) il y a certainement poursuite de la reproduction chez les chilipodes.

Pour ce qui est de l'augmentation de la biomasse totale de la faune entre les 2 séries, c'est lié non seulement à l'augmentation du nombre d'individus au sein des ordres mais il y a également le grossissement des individus entre la première et la seconde série.

### **Etude de corrélation entre les facteurs et les variables**

Suivant les résultats obtenus dans l'analyse de variance, nous avons travaillé, pour l'étude des corrélations, sur les moyennes par bloc, c'est à dire sur 42 observations, dont certaines concernent des systèmes agricoles ou agroforestiers hors du dispositif de Kokondékro.

**Tableau 12 : Corrélations croisées entre les 12 variables étudiées**

	pH	Biomasse faune	Biomasse couvert végétal	Biomasse racines	Nombre total individus	Nombre Arachnides	Nombre Chilipodes	Nombre Coléoptères	Nombre Dermap- tères	Nombre Diplopodes	Nombre Isoptères	Nombre Oligochètes
pH	1,000 0,000	0,317 0,041	0,204 0,196	0,121 0,445	0,224 0,154	-0,169 0,154	0,296 0,057	0,045 0,776	0,351 0,022	-0,089 0,576	0,188 0,234	0,191 0,226
Biomasse faune	0,317 0,041	1,000 0,000	0,282 0,070	0,323 0,037	0,473 0,002	0,248 0,113	0,770 0,001	-0,126 0,428	0,185 0,240	0,664 0,000	0,389 0,011	0,817 0,000
Biomasse végétale	0,204 0,196	0,282 0,070	1,000 0,000	0,624 0,000	0,069 0,663	0,400 0,009	0,514 0,001	-0,240 0,126	-0,006 0,967	0,514 0,001	0,024 0,882	0,370 0,016
Biomasse racines	0,121 0,445	0,323 0,037	0,624 0,000	1,000 0,000	0,066 0,678	0,492 0,001	0,365 0,018	-0,129 0,414	-0,093 0,560	0,541 0,000	0,017 0,915	0,509 0,001
Nombre individus	0,224 0,154	0,473 0,002	0,069 0,663	0,066 0,678	1,000 0,000	0,054 0,732	0,206 0,190	0,146 0,348	0,491 0,001	0,170 0,283	0,992 0,000	0,303 0,022
Arachnides	-0,169 0,154	0,248 0,113	0,400 0,009	0,492 0,001	0,054 0,732	1,000 0,000	0,376 0,014	-0,046 0,774	0,083 0,600	0,621 0,000	-0,121 0,444	0,369 0,016
Chilipodes	0,296 0,057	0,770 0,001	0,514 0,001	0,365 0,018	0,206 0,190	0,376 0,014	1,000 0,000	-0,064 0,688	0,015 0,923	0,710 0,000	0,122 0,444	0,682 0,000
Coléoptères	0,045 0,776	-0,126 0,428	-0,240 0,126	-0,129 0,414	0,146 0,348	-0,046 0,774	-0,064 0,688	1,000 0,000	-0,140 0,656	0,004 0,979	-0,171 0,278	-0,113 0,478
Dermap- tères	0,351 0,022	0,185 0,240	-0,006 0,967	-0,093 0,560	0,491 0,001	0,083 0,600	0,015 0,923	-0,140 0,656	1,000 0,000	-0,071 0,656	0,440 0,004	0,041 0,798
Diplopodes	-0,089 0,576	0,664 0,000	0,514 0,001	0,541 0,000	0,170 0,283	0,621 0,000	0,710 0,000	0,004 0,979	-0,071 0,656	1,000 0,000	0,088 0,581	0,697 0,000
Isoptères	0,188 0,234	0,389 0,011	0,024 0,882	0,017 0,915	0,992 0,000	-0,121 0,444	0,122 0,444	-0,171 0,278	0,440 0,004	0,088 0,581	1,000 0,000	0,210 0,181
Oligochètes	0,191 0,226	0,817 0,000	0,370 0,016	0,509 0,001	0,303 0,022	0,369 0,016	0,682 0,000	-0,113 0,478	0,041 0,798	0,697 0,000	0,210 0,181	1,000 0,000

Légende :

Diagonale	Régression très hautement significative	Régression significative ou hautement significative
-----------	---	--

Les deux valeurs du tableau (dans chaque case) sont :

- le coefficient de corrélation de PEARSON
- un test de probabilité : Prob </R/ sous hypothèse Ho : R = 0.

Certaines corrélations sont très hautement significatives :

a) Corrélation entre la biomasse du couvert végétal et la biomasse racinaire

Le coefficient de corrélation de 0,62 entre la biomasse du couvert végétal et celle des racines paraît relativement logique. Il y a vraisemblablement beaucoup de racines si le couvert végétal est dense.

b) Corrélation entre certains ordres et la biomasse et/ou le nombre total d'individus

- Les coefficients de corrélations élevées de 0,77 pour les chilipodes, de 0,66 pour les diplopodes et de 0,82 pour les oligochètes et la biomasse totale de la faune traduisent certainement que ces trois ordres ont les individus les plus gros et, par voie de conséquence, la part la plus importante de la masse globale de la faune.
- Les coefficients de corrélations de 0,99 et 0,49 observées respectivement pour les isoptères et les dermaptères avec le nombre total d'individus traduisent que les populations très fortes de termites et, dans une moindre mesure, de fourmis, jouent un rôle primordial dans la valeur finale du comptage d'individus.

c) Corrélation entre certains ordres

On observe également des corrélations très fortes entre les ordres suivants :

- diplopodes et arachnides (0,62)
- diplopodes et chilipodes (0,71)
- diplopodes et oligochètes (0,67)
- oligochètes et chilipodes (0,68)

Ces corrélations ne sont certainement pas le fait d'une "association" préférentielle entre ces différents ordres mais plutôt celui d'un habitat favorable commun. On retrouve d'ailleurs cette idée avec les résultats de comparaison de moyennes selon les transects pour ces différents ordres.

d) Corrélation entre certains ordres et des caractéristiques du milieu

- chilipodes - biomasse du couvert végétal (0,51)
- diplopodes - biomasse racinaire (0,54)
- arachnéides - biomasse racinaire (0,49)
- oligochètes - biomasse racinaire (0,51).

Il semble qu'une des caractéristiques d'un milieu commun favorable aux espèces soit la présence d'une forte biomasse racinaire et corrélativement, une forte biomasse du couvert végétal. Derrière cette idée de préférence de forte biomasse végétale il faudrait certainement voir l'idée de préférence pour les habitats plus humides ou capables de conserver l'humidité plus longtemps.

e) La position du pH par rapport aux variables étudiées.

Il faut noter que le pH ne présente pas de corrélation très élevée. La seule corrélation significative est celle avec le nombre de *dermaptères*, et elle n'est que de 0,35. Le pH, alors qu'il présente des différences significatives entre transects et entre horizons (cf. analyse de variance) ne semble donc pas avoir un rôle primordial sur la composition faunistique dans le cadre de cette étude.

## **Analyse en composantes principales (ACP)**

Cette démarche n'est pas indispensable puisque nous avons pu dépouiller le tableau de corrélation des variables et examiner les différences entre observations à l'aide de l'analyse de variance. Nous allons donc procéder à l'A.C.P. essentiellement pour confirmer nos résultats et aussi parce que cette technique est communément utilisée dans l'étude du fonctionnement des écosystèmes.

En examinant le tableau des valeurs propres, nous voyons que la rupture de pente se situe au niveau de la seconde valeur. Les deux premières valeurs propres représentent respectivement 36,7 et 20,7 % de l'inertie totale. Afin de mieux préciser la répartition globale de cette variance, nous avons choisi de prendre en compte la troisième valeur propre, représentant 9,9 % de l'inertie totale, cela malgré le fait qu'elle n'est que peu différente des suivantes.

Le calcul d'une matrice de distances permet d'obtenir les coordonnées de chacune des observations (transect, horizon et série) dans chaque composante principale. On peut alors projeter ces observations dans un plan défini par deux composantes. La comparaison de la projection des variables et des observations permet de comprendre le facteur expliqué par chacune des composantes principales.

Les trois composantes retenues expliquent 67,3 % de l'inertie ce qui est une valeur élevée.

### **Interprétation de la première composante principale:**

La projection des variables sur l'axe 1 montre que l'inertie est essentiellement due aux variables Biomasse faune (3), *Diplopodes* (11) *Oligochètes* (6) et *Chilipodes* (9).

En ce qui concerne les observations, nous voyons que l'axe 1 tend à séparer les transects 1, 2, 3 et 5 des autres (ainsi que l'horizon 1(0-10 cm) des deux autres (voir figure 2) les valeurs les plus importantes du point de vue de l'inertie de l'axe étant liées à celui-ci. Ce facteur est donc caractérisé par la biomasse totale de la faune présente dans chaque observation, résultat qui concorde avec ce qui précède. Ainsi, les milieux naturels, même perturbés par le passage des feux se différencient-ils des terres cultivées.

Ce sont les oligochètes, les chilipodes et les diplopodes qui représentent l'essentiel de la biomasse faunique, et il existe une gradation, quant à cette valeur, entre les transects ; ceux de Bouaké (1, 2, 3) et de la forêt sacrée de Korhogo 5) étant plus riches que les terres agricoles.

On note également l'effet de l'horizon sur cette valeur. Le premier horizon (0-10 cm) on l'a dit plus haut, présenterait des conditions de vie, pour la macrofaune du sol, plus favorables (présence de matière organique et mucus racinaires, bonne aération du sol).



### **Interprétation de la seconde composante principale**

La seconde composante principale, pour les variables, sépare nettement un ensemble de trois variables, responsables de l'inertie de l'axe, des autres : le nombre total d'individus (2), les dermaptères (7) et les isoptères (12). A l'autre bout de l'axe correspond les arachnides (1), les diplopodes (11), la biomasse racinaire (5) et la biomasse du couvert végétal (4).

La seconde composante principale est donc un facteur qualitatif de faune, tant du point de vue du nombre que des types d'individus présents dans les échantillons.

Les transects de forêt ont tendance à se démarquer du reste des. Tout cela est à mettre en relation avec les résultats de l'analyse de variance.

### **Interprétation de la troisième composante principale.**

Les deux variables qui expliquent le mieux l'inertie de cet axe sont les coléoptères (10) et le pH (8). Cependant, ni le pH, ni les coléoptères ne présentent un effet série.

### **Conclusion partielle**

Les ACP nous confirment donc l'importance des facteurs biomasse de la faune, nombre total d'individus et transect.

### **Résumé des discussions relatives avec résultats obtenus suivant les trois méthodes d'analyse utilisées.**

A la lumière des résultats obtenus à partir des trois méthodes d'analyse utilisées, nous retiendrons comme étant l'essentiel des discussions, les éléments qui suivent.

#### **"Effet transect"**

Les traitements statistiques ont montré qu'il y a systématiquement un "effet transect" sur les variables étudiées. Il y a donc une corrélation entre la nature de la végétation (biomasse épigée, biomasse hypogée, espèce, taux de couverture) et la macrofaune qui vit dans le sol qu'il y a en dessous.

L'absence de différence significative entre les dix blocs d'un même transect traduit une homogénéité tant du point de vue couvert végétal et toutes ses dérivées que des caractéristiques physico-chimiques du sol. Ce constat ne fait que renforcer la fiabilité de l'échantillonnage et, par voie de conséquence, des résultats obtenus.

Il n'y a pas de différence significative entre les transect quant à la variable nombre d'*isoptères* ; les termites sont présents partout sans distinction de végétation

Par contre, les *diplopodes*, *chilipodes* et *oligochètes* ont une préférence nette pour les transects ayant la couverture végétale la plus importante et donc les plus fortes biomasses racinaires : les parcelles "feux précoces" et protection intégrale

### Effets horizon

Nous avons décelé une liaison étroite entre les horizons du sol et certaines variables étudiées :

- la biomasse de la faune, d'une manière générale, varie en fonction de la profondeur du sol ; elle diminue progressivement au fur et à mesure qu'on gagne de la profondeur.
- cette variation de la macrofaune du sol a été ressentie, particulièrement pour les *oligochètes*, les *chilipodes* et les *diplopodes*. La faune de ces différents ordres affectionne les horizons supérieurs où elle trouve soit un habitat favorable, soit une bonne source de nutriments. Les invertébrés de ces ordres sont relativement plus gros que la plupart de ceux des autres ordres qui peuplent le sol ; c'est pour cette raison que la biomasse de la faune est importante dans les horizons supérieurs.
- l'aération du sol joue un rôle important dans la distribution verticale de la faune du sol. Les espèces des ordres précités sont généralement des espèces plus ou moins géophiles et appartiennent à l'édaphon et à l'hémiedaphon (voir paragraphe 212, généralités sur la macrofaune du sol).
- l'humidité relative du sol pourrait être aussi, l'une des causes de la concentration de ces ordres dans les horizons supérieurs. En effet, lors des prélèvements des échantillons du sol, nous nous sommes rendus compte que l'humidité était relativement plus importante à la surface qu'en profondeur. Nous avons mis cette situation au compte de période d'étude ; en début de saison de pluie, la terre qui a séché durant des mois s'humidifie progressivement ; après une pluie, l'humectation des horizons profonds se fait en fonction de la lame d'eau tombée et de la vitesse d'infiltration ; c'est pourquoi, il nous est arrivé, deux jours après une bonne pluie, de trouver l'horizon (20-30) non encore humecté. A la lumière de tout ceci, nous sommes tentés de dire que la distribution verticale de la macrofaune du sol est fonction de l'état d'humectation des horizons et, par voie de conséquence, du stade de la saison humide.

### Effets du pH

Le pH présente une corrélation étroite avec la profondeur et les transects :

- Le pH est voisin de la neutralité pour les transects présentant le moins de couverture végétale lors du prélèvement des échantillons. Ainsi seule la forêt protégée a un pH relativement acide. Cela est mis au compte de la forte activité biologique sous forêt protégée.
- L'effet de l'horizon sur le pH est net ; on a vu avec le test de Student Newman-Keuls que le pH de l'horizon 1 (0-10) se démarquait des autres.

Concernant toujours le pH, l'étude des corrélations pour les variables a montré que la plus forte corrélation est celle avec le nombre de *dermaptères* elle n'est que de 0,35.

Ainsi, alors qu'il présente des différences significatives entre les transects et entre horizons, le pH ne semble pas avoir un rôle primordiale sur la composition faunistique.

### **Corrélation entre variables étudiées**

Des corrélations très fortes existent entre certaines variables :

- La corrélation entre la biomasse du couvert végétal prélevée et la biomasse racinaire est de 0,52. Cela nous paraît assez logique de récolter beaucoup de racines là où il y a beaucoup de végétation.
- Nous avons noté des corrélations fortes entre les *chilipodes*, les *oligochètes*, les *lombrics* et la biomasse de la faune. Nous en déduisons que ces ordres comportent les individus les plus lourds et par voie de conséquence constituent l'essentiel de la biomasse de la faune.
- Les *isoptères* et les *dermaptères* présentent de fortes corrélations avec le nombre total d'individus. Ces deux ordres sont les plus abondants.
- Il y a aussi des corrélations entre ordres qui traduisent tout simplement une préférence pour un habitat favorable commun entre ces ordres.
- Les corrélations observées entre certains ordres (*chilipodes*, *diplopodes*, *arachnides* et *oligochètes*) et des caractéristiques du milieu (Biomasse racinaire et/ou couvert végétal) traduisent la préférence de ces ordres pour les milieux riches en végétation et relativement humides.

Il faut retenir finalement que la méthode de l'analyse en composantes principales a confirmé pratiquement toutes les différences significatives observées dans l'analyse de variance et l'étude des corrélations entre les variables. Elle a surtout mis l'accent sur l'importance des facteurs biomasse de la faune, densité des populations et transects.

### **En guise de conclusion :**

#### **Intérêts Agronomiques des termites et vers de terre**

Dans les sols de savanes humides les processus essentiels de la conservation de la fertilité, notamment la protection physique de la matière organique et l'entretien de la structure physique du sol, sont très largement déterminés par l'activité des macroorganismes, c'est à dire des racines et de la macrofaune du sol (LAVELLE et al., 1991). Ceci est dû, en particulier, à l'activité des vers de terre et des termites, qui dominent les peuplements d'invertébrés du sol.

Les peuplements d'invertébrés du sol, en aménageant les horizons de surface du sol au cours de leurs activités (creusement de galerie, dépôts à la surface du sol de turricules ou de terre fine de profondeur) créent des conditions favorables à l'entretien de la structure physique du sol :

- augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol et diminution de l'hérodibilité du sol.
- l'agrégation du sol par l'organisation de sa porosité.

Il est à noter qu'une activité exclusive des vers de terre peut provoquer, exceptionnellement, une couche compacte et collante en surface et ralentir ainsi l'infiltration. C.J. ROSE et A.W. WOOD ont observé un tel cas, après l'introduction accidentelle de *Pontoscolex corebrurus* espèce de vers de terre dotée d'une capacité reproductrice rare.

**Tableau 13 : Relation entre états de surface et infiltration de l'eau dans divers sols d'Afrique de l'Ouest contenant moins de 40 % de charge grossière : effet des structures superficielles de vers de terre (turricules) et de termites (placages).**

Type de surface	96 surfaces occupées par		Ki (96)	Pi (mm)
	turricules de vers	placages de termites		
ERO	< 20		10-20	2-6
DES	< 20		40-75	10-30
Vers	> 20	< 30	70-85	10-20
Termites + vers	> 20	> 30	85-100	25-35

Source : CASENAVE et VALENTIN, 1988.

ERO : présence d'une croûte d'érosion.

DES : croûte de dessèchement. Couvert végétal de 50 à 100 %

Vers: même surface avec plus de 20 % de la surface couverte de turricules.

Termites + vers : présence de turricules et placages de termites.

Ki : proportion de l'eau infiltrée.

Pis : hauteur de pluie nécessaire pour imbiber un sol sec et déclencher le ruissellement

### La macroagrégation et porosité du sol

La formation d'une structure macroagrégée du sol, est le résultat le plus spectaculaire de l'activité des vers de terre en savane. Dans les savanes guinéennes de Côte d'Ivoire (Lamto), les agrégats d'une taille supérieure à 2 mm, représentent, suivant la saison et la profondeur, 17 à 32 % du sol des savanes herbeuses et 25 à 54 % de celui des savanes arbustives (LAVELLE et al., 1990). Ces valeurs sont remarquablement élevées compte tenu de la faible abondance des argiles (5 à 10 % de Kaolinite) et des faibles réserves organiques (1 à 2 %).

Selon qu'on a affaire à des vers de grandes tailles produisant des turricules globuleux compacts ou des vers filiformes produisant des turricules en petits granules dispersés les proportions de macropores et de micropores augmentent au dépend des pores moyens et la porosité globale diminue tout ceci fait augmenter la réserve d'eau utile de 10 à 14 %) ou bien la porosité augmente, essentiellement par le biais d'une augmentation de la macroporosité alors que la microporosité diminue du fait de la désagrégation du sol.

Ainsi, on peut s'attendre à des effets contrastés suivant la composition et l'abondance des peuplements.

Jusque là, les résultats disponibles montrent que la présence de vers de terre particulièrement dans les sols de culture, va de pair avec une diminution de la densité

## Les vers de terre et les sols : "effets drilosphères"

Dans les savanes africaines, les peuplements en vers de terre sont dominés par des espèces endogées géophages notamment *Millsonia anomala* qui ingèrent journalièrement, l'équivalent de cinq à trente fois leur propre poids de terre sèche (LAVELLE, 1978 ; LAVELLE et al., 1987). On peut ainsi estimer entre 800 à 1250 tonnes de terre sèche par hectare, suivant le type de savane, la quantité qui passe à travers le tube digestif de vers de terre durant une année normalement pluvieuse.

### Les turricules

Les turricules ou boulettes fécales des vers de terre sont généralement rejetées à l'intérieur du sol exploré ; dans les savanes guinéennes en Côte d'Ivoire, seulement 1,7 à 3,5 % (selon le type de savane et l'année) sont rejetés à la surface du sol sous forme de turricules ; cela induit, dans ces régions, une remontée annuelle de 25 à 30 tonnes de sol à la surface (LAVELLE et al., 1990). Les turricules ont la réputation d'avoir une granulométrie plus fine que le sol environnant et une plus grande richesse en matière organique et nutriments. Elles présentent aussi une meilleure rétention de l'eau (WASAWO et VISSIER, 1959; LAVELLE, 1978 ; DE VLEESCHAUWER et al., 1981).

On distingue deux types de turricules que leurs caractères physiques opposent (LAVELLE, 1971) :

- des turricules globuleux et compacts formés d'unités arrondies et coalescentes qui, dans certains cas, selon l'auteur, peuvent former une couche presque continue protégeant la surface du sol de l'érosion due au ruissellement.
- des turricules granulaires, formés d'une accumulation de granules fragiles à faible stabilité ; ces derniers, peuvent constituer un facteur d'érosion supplémentaire d'autant plus important qu'ils ont une granulométrie plus fine que le sol environnant.

### Les galeries

La plupart des espèces de vers de terre étudiés, à ce jour, ingèrent la terre et la rejettent dans la portion de galerie qu'elles viennent de creuser. On retient cependant que ces galeries ne sont pas toujours intégralement rebouchées laissant ainsi de nombreux macropores.

### Les états de surface et l'infiltration de l'eau

Il existe une relation très nette, à l'échelle de l'Afrique, entre la présence des vers de terre et les taux d'infiltration mesurés (CASENAVE et VALENTIN, 1988). Le taux d'infiltration, qui est de 40 à 75 % dans les milieux non cultivés couverts de végétation dense passe à 70-85 % à la faveur des turricules déposés à la surface du sol et 85 à 100 % lorsque s'y ajoute une activité importante de termites, sous la forme de placages.

Il a été vérifié, plusieurs fois, à des échelles plus petites et dans des milieux naturels cultivés, qu'une activité importante de vers de terre allait toujours de pair avec une meilleure infiltration de l'eau, (WILKINSON, 1975 ; (AL, 1974 ; AINA, 1984).

apparente, et une augmentation particulière de la macroporosité (AINA, 1984; LAL, 1987).

#### Mutualisme entre le vers de terre et la microflore du sol

Différentes observations et mesures effectuées sur le contenu intestinal et les turricules des vers de terre géophages tropicaux (*Millsonia anomala*, *Millsonia ghaneensis* et *Dichogaster terrae-nigrae*) ont permis de montrer qu'il existe un mutualisme global entre le ver de terre et la microflore du sol pour l'exploitation de la matière organique du sol (A. MARTIN, 1986 ; I. BAROIS, 1987).

En effet, le tube digestif du ver de terre géophage de par ces caractéristiques physiques chimiques, constitue un environnement où les conditions sont très favorables au développement de la microflore. Le mucus, constitué d'une glycoprotéine et de petites molécules protéiques a un rôle de déclencheur ("priming action" au sens de JENKISON, 1966) de l'activité microbienne. La microflore ainsi stimulée se met à dégrader des macromolécules (cellulose, pigments bruns, etc...), et les rend assimilables par le ver (I. BAROIS, 1987).

#### Les termites et les sols : "effets termitosphériques"

En Afrique, on distingue quatre groupes trophiques principaux de termites (E. GARNIER-SILLAM, ) :

- les fourrageurs non champignonnistes (ex : les Trinervitermes)
- les champignonnistes (ex : les Macrotermes),
- les humivores (ex : les Thoracotermes),
- les Xylophages (ex : les Nasutitermes).

D'une manière générale, les termites affectent l'organisation physique du sol par la construction de nids épigés, par l'agrégation du sol et par le creusement de réseaux de galeries et de chambres souterraines. (LAVELLE et al, 1990).

Les trois premiers groupes cités construisent leur termitière avec les matériaux du sol tandis que les Xylophages, élaborent leur nid à partir d'éléments cibariaux et stercoraux et n'ont pas de rapports avec les sols. Il importe de noter que selon le biotope ou le groupe auquel ils appartiennent, les termites modifient notamment les propriétés physico-chimiques de leur environnement (E. GARNIER-SILAM, 19..).

#### Enrichissement en bases alcalines alcalino-terreuses de l'aire trophoporique des termites

On peut dénombrer plus de 5 000 termitières par hectare (K. ALONI et J. SOYER, 1987), pouvant mobiliser une masse de terre d'environ 2 400 tonnes à l'hectare. Les termites remontent souvent des horizons profonds, des structures massives, riches en argiles et minéraux fins. Les termites, en mélangeant à ces minéraux la matière organique de leurs boulettes fécales, font des termitières, une zone d'accumulation des éléments de la fertilité du sol notamment les argiles, la matière organique et les

minéraux nutritifs. A la mort de la colonie, la termitière va libérer progressivement par l'effet de l'érosion, les éléments accumulés ; le processus peut durer cent ans et plus (J.A.L. Watson, 1972 ; P.P GRASSE, 1984) et donner lieu à la formation de buttes qui portent souvent des formations arbustives plus denses que dans le reste de la savane. Notons aussi que de telles formations arbustives sont plus riches en espèces ligneuses que le reste de la savane, à la faveur notamment des rats qui apportent les graines sous forme de provisions dans les galeries qu'ils affectionnent particulièrement.

### Agrégation du sol

Les boulettes fécales de certains termites ont une structure en microagrégats organominéraux, (E. GARNIER-SILLAM et al., 1985). Il y a une similarité entre les microagrégats du sol et ceux que l'on trouve dans les murailles des termitières qui peuplent ces sols (V. ESCHEN BRENNER, 1986). Des recherches sont encore à faire dans ce domaine avant de maîtriser ces phénomènes.

### Galeries et chambres

Il existe un effet certain des termites sur la macroporosité et les propriétés hydraulique du sol. Cet effet est fonction de l'abondance de la colonie et du type de structure qu'elle construit. Selon les espèces, le diamètre des galeries peut varier de 1 à plus de 20 mm (P.P GRASSE, 1984) ; les galeries peuvent atteindre une longueur de 7,5 km/ha (J.P.E.C. DARLINGTON, 1982 et T.G.WOOD, 1988).

Certains *Macrotermitinae* des savanes sahéliennes ouvrent des trous de sortie à la surface. L'ensemble de ces trous de sortie peut atteindre 2 à 4 m<sup>2</sup>/ha. On comprend bien pourquoi, l'élimination des termites peut être catastrophique pour le sol (augmentation de la densité apparente, et par voie de conséquence, diminution des taux d'infiltration de l'eau et accroissement de l'érosion (N.Z. ELKINS et al., 1986).

### Le cycle de la matière organique

Les termites agissent différemment, en fonction de leur groupe trophique, sur le cycle de la matière organique (E. GARNIER-SILLAM, 19..).

Les champignonnistes, tels que *Macrotermes mulleri*, appauvrissent fortement l'horizon humifère dans le voisinage de leur nid, par les prélèvements intensifs qu'ils opèrent dans la litière et la faible restriction de matière organique qu'ils effectuent dans l'écosystème. Tout en limitant le processus d'humification dans leur aire de récolte, ils enrichissent les environs immédiats de leur nid, en éléments minéraux.

Les fourrageurs non champignonnistes, tels que les *Trinervitermes*, affectionnent plus particulièrement les savanes et les parcelles cultivées ; ils sont taxés de plaies pour les cultures. Des études ultérieures sont à envisager pour en savoir davantage sur leur rôle agroécologique en Afrique.

Les humivores, tels que *Thoracotermes macrothorax*, à l'instar des lumbriciens anéciques, mélangent, intimement la matière organique humifiée et les particules

minérales du sol. Ils créent, dans leur tube digestif, des micro-agrégats organo-minéraux stables qui influencent favorablement le complexe argilo-humique et améliorent ainsi la perméabilité, la stabilité structurale et en corollaire la fertilité des horizons hémiorganiques.

En conclusion retenons que la macrofaune du sol est très diversifiée en Afrique et principalement dans les savanes soudano-guinéennes. Les *Isoptères* et les *oligochètes* ont particulièrement retenu notre attention dans cette étude pour deux raisons fondamentales :

- leur proportion par rapport à l'ensemble de la macrofaune du sol. Ces deux groupes de faune constituent l'essentiel de la macrofaune du sol tant en densité qu'en biomasse à en croire P.P GRASSE, 1984 cité par E. GARNIER-SILLAM : <<les termites sont présents dans les régions intertropicales et particulièrement en Afrique ; sur des surfaces plusieurs fois égales à celle de la France, le sol en Afrique a été remanié, imbibé et travaillé par les Termites ; les conséquences pédologiques en sont très importantes>> et P. LAVELLE et al., 1990 qui affirment que dans les savanes guinéennes de Côte d'Ivoire, 25 à 30 tonnes par hectare de sol remontées annuellement à la surface.
- Les Isoptères et les oligochètes sont de véritables agents morphologiques et physico-chimiques jouant un rôle déterminant dans la fertilité des sols de savane.



# Première évaluation des stocks de matière organique dans les sols dans les parcelles créées par Aubréville à Kokondékro

Luc Abbadie, Pity Ballé, Michel Lepage

## Introduction

Les parcelles créées par Aubréville en 1936 avaient pour but de mettre en évidence l'effet à long terme du régime des feux sur la dynamique de la végétation en savane. Trois régimes ont été appliqués: feu précoce (décembre), feu tardif (mars), absence de feu.

## Dispositif expérimental

Trois parcelles de 200 x 400 m ont été créées, séparées et entourées par des pare-feux. La présence d'une cuirasse sur une partie des parcelles entraîne une variation de la végétation et, sans doute, une variation du sol; de ce fait, on distingue la partie haute, où la cuirasse est présente, de la partie basse des parcelles.

La parcelle entièrement protégée des feux est actuellement couverte par une forêt dense semi-décidue. La parcelle en régime de feu précoce est une savane boisée moyennement fermée en haut et une savane arbustive dense en bas. La parcelle en régime de feu tardif est une savane arbustive dominée par de grands arbres et une savane herbeuse parsemée d'arbustes en bas.

## Echantillonnage

Dans chacune des trois parcelles existent deux fosses pédologiques de près d'un mètre cinquante de profondeur, l'une en haut de parcelle, l'autre en bas (seule la fosse basse a été échantillonnée dans la parcelle en feu tardif). Les profils de ces parcelles ont été rafraîchis et des échantillons prélevés selon les couches suivantes: 0-5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm, 50-60 cm, 70-80 cm, 90-100 cm, 110-120 cm, 130-140 cm. Les échantillons ont été séchés à l'ombre, tamisés à 2 mm puis stockés dans des sacs en plastique.

## Analyses

Deux types d'analyses ont été pratiquées après broyage:

- la mesure du carbone organique selon la méthode Anne;
- la mesure de l'azote organique selon la méthode Kjeldahl.

Les résultats sont exprimés en pourcentage du poids de la "terre fine" (particules de 2 mm de diamètre au maximum).

## Résultats et interprétation

La variation de la teneur en carbone total en fonction de la profondeur dans les parcelles non brûlée (haut) et feu tardif (bas) est donnée dans la figure 2. Il existe une différence de teneur en carbone sur toute la hauteur du profil. En surface, la teneur en carbone de la parcelle non brûlée est plus élevée que celle de la parcelle brûlée tardivement, mais c'est le contraire en profondeur; le point de croisement entre les deux courbes est situé vers 25 cm. En surface, la partie basse de la parcelle non brûlée occupe une position intermédiaire entre les deux premières.

Il n'est pas possible de calculer des stocks de carbone précisément puisque les densités apparentes n'ont pas été mesurées. Toutefois, en dehors des horizons superficiels, il n'y a pas de raison de penser qu'il puisse exister de grosses différences entre les trois parcelles. Il est donc probable que le stock de matière organique sur la totalité du profil est plus élevé sous la parcelle brûlée tardivement que sous la parcelle non brûlée, mais cela reste à vérifier.

La variation de la teneur en azote organique en fonction de la profondeur dans les trois parcelles est donnée dans la figure 3. L'effet du régime de feu est très sensible dans les 15 premiers centimètres, mais disparaît au delà. En surface, le sol le plus riche en azote organique est celui de la parcelle non brûlée, suivi par les sols du haut de la parcelle soumis à feu précoce, du bas de la parcelle brûlée tardivement, puis du bas de la parcelle brûlée précocement.

L'absence d'effet significatif du régime du feu sur la teneur en azote organique au delà de 15 cm de profondeur est très probablement à mettre en relation avec le métabolisme microbien de l'azote dans le sol. Contrairement à ce qui se passe pour le carbone, la minéralisation de l'azote n'est pas un phénomène irréversible: une partie de l'azote minéral est immobilisée par la biomasse microbienne et demeure donc dans le profil, ce qui tend à réduire avec le temps d'éventuelles différences de concentrations initiales en azote organique.

Il est clair que, même pour le carbone, le fait que les échantillons aient été prélevés dans des fosses existantes induit une réduction des différences de concentrations que l'on pourrait s'attendre à trouver. En effet, les fosses entraînent localement une modification de la dynamique de l'eau et, surtout, une bonne oxygénation du sol, notamment à des profondeurs où le sol est en principe en situation de quasi anoxie. Il est donc probable que les microorganismes fonctionnent à des taux plus élevés que dans la réalité, d'où surminéralisation du carbone et de l'azote.

D'autre part, il apparaît également un effet très important de la cuirasse sur la dynamique de la matière organique. Cette cuirasse peut agir à travers ses effets sur la dynamique de l'eau dans le sol et son impact sur la distribution spatiale des racines et, par voie de conséquence, sur la distribution spatiale des apports de matière organique au sol.

## **Perspectives**

Ces résultats, très partiels, montrent qu'il doit être possible de caractériser à Kokondékro la dynamique à long terme du carbone en fonction du régime des feux et, secondairement, en fonction du type de végétation. Pour ce faire, une nouvelle campagne d'échantillonnage est nécessaire, à partir de prélèvements frais.

## **Propositions et calendrier**

1. Nouvelle campagne de prélèvements non destructifs à la tarière à percussion de 8 cm de diamètre. 3 forages, de 1,5 m de profondeur environ, dans chacune des parties haute et basse des trois parcelles. Prélèvement d'échantillons de l'atmosphère des sols.

Début mars 1998.

2. Recueil (point bibliographique) sur les données disponibles en matière de végétation.

Début mars 1998.

3. Traitement préliminaire des échantillons: mesure de la densité apparente, séchage, tamisage à 2 mm, emballage, broyage fin. Mesure des quantités de racines présentes, broyage et stockage des racines.

Avril-juin 1998.

4. Mesure de l'atmosphère ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) des sols *in situ*.

Avril-juin 1998.

5. Mesure de l'azote et du carbone total des échantillons bruts.

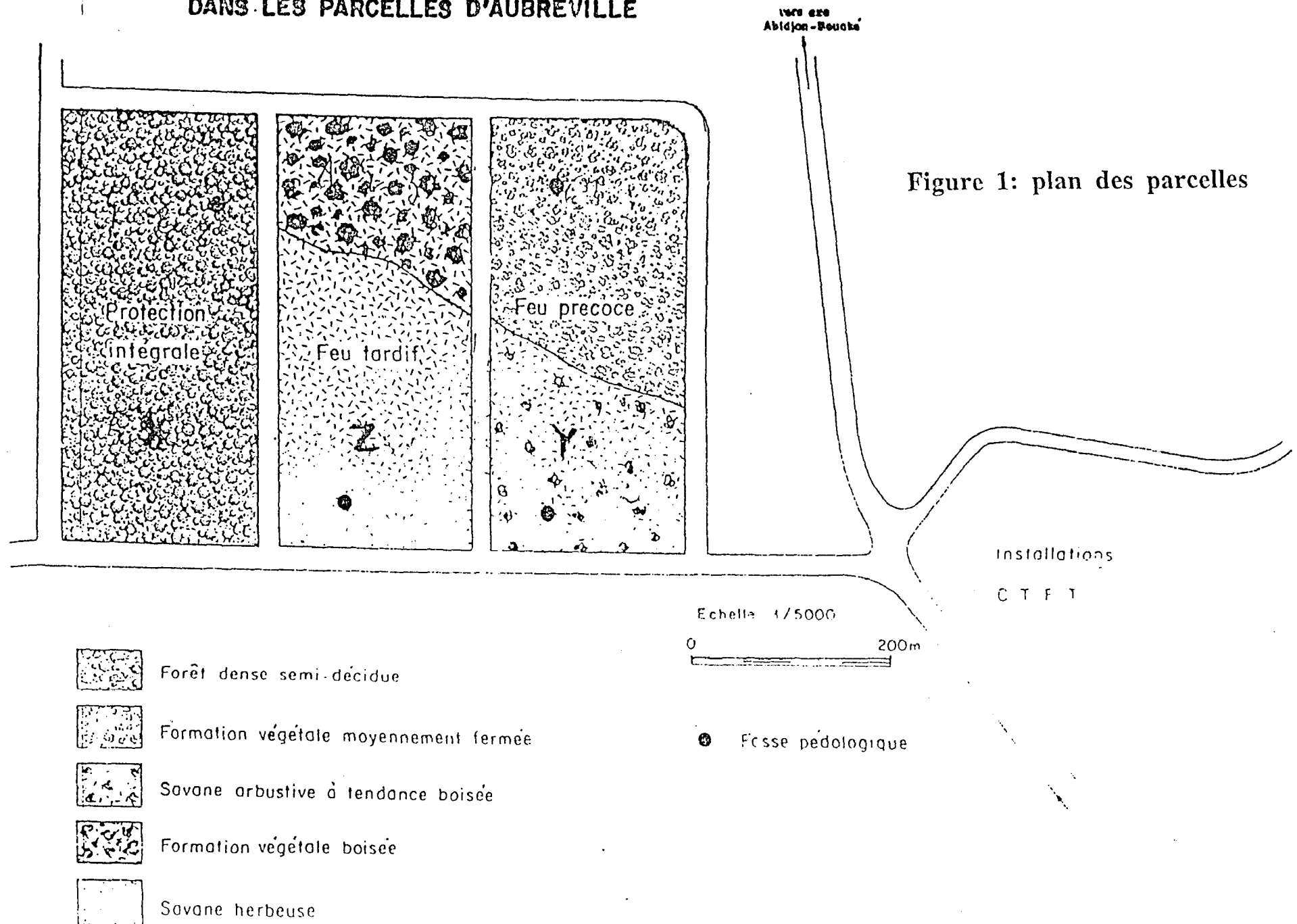
Juillet-septembre 1998.

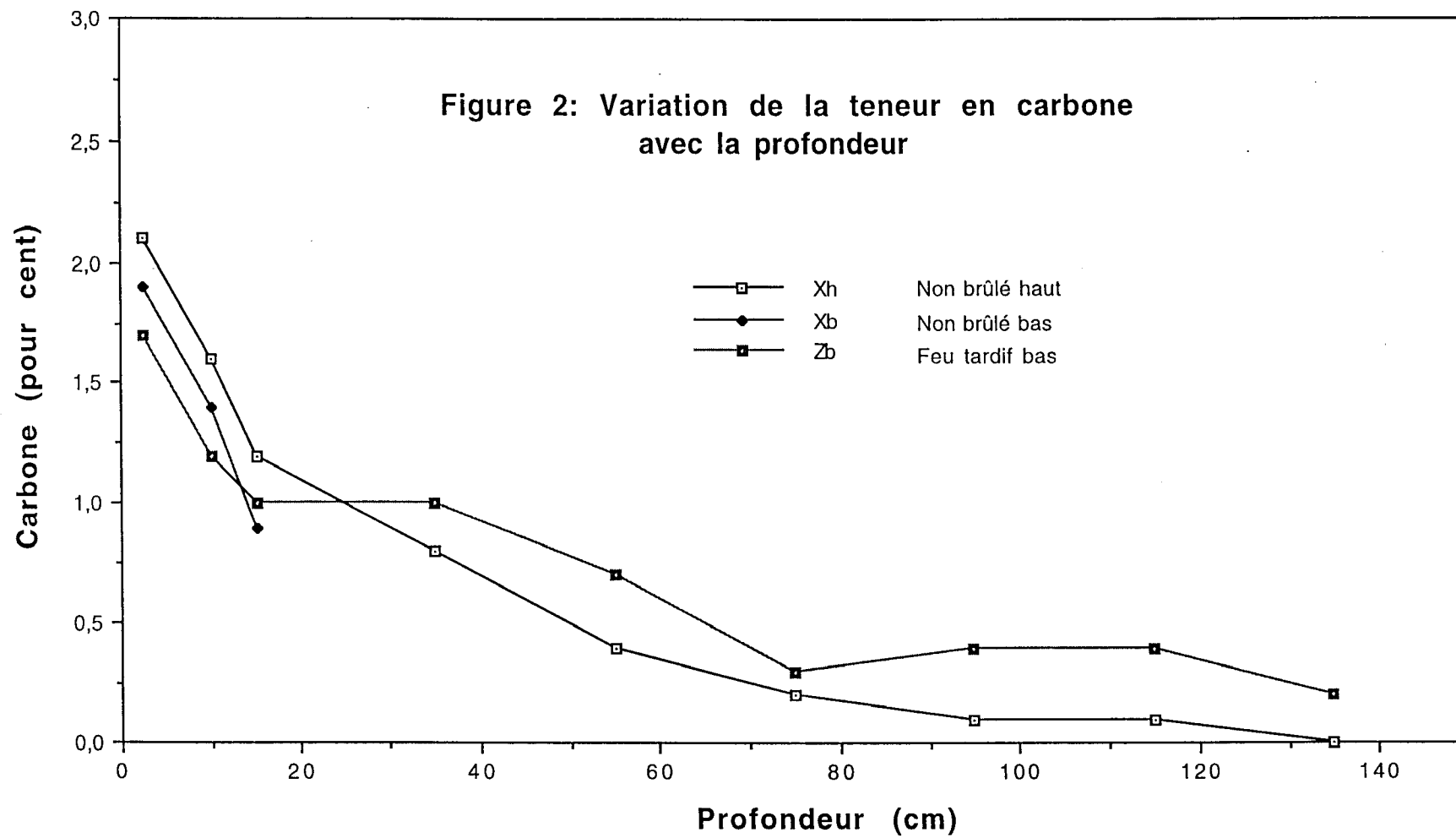
6. Fractionnement granulométrique des sols.

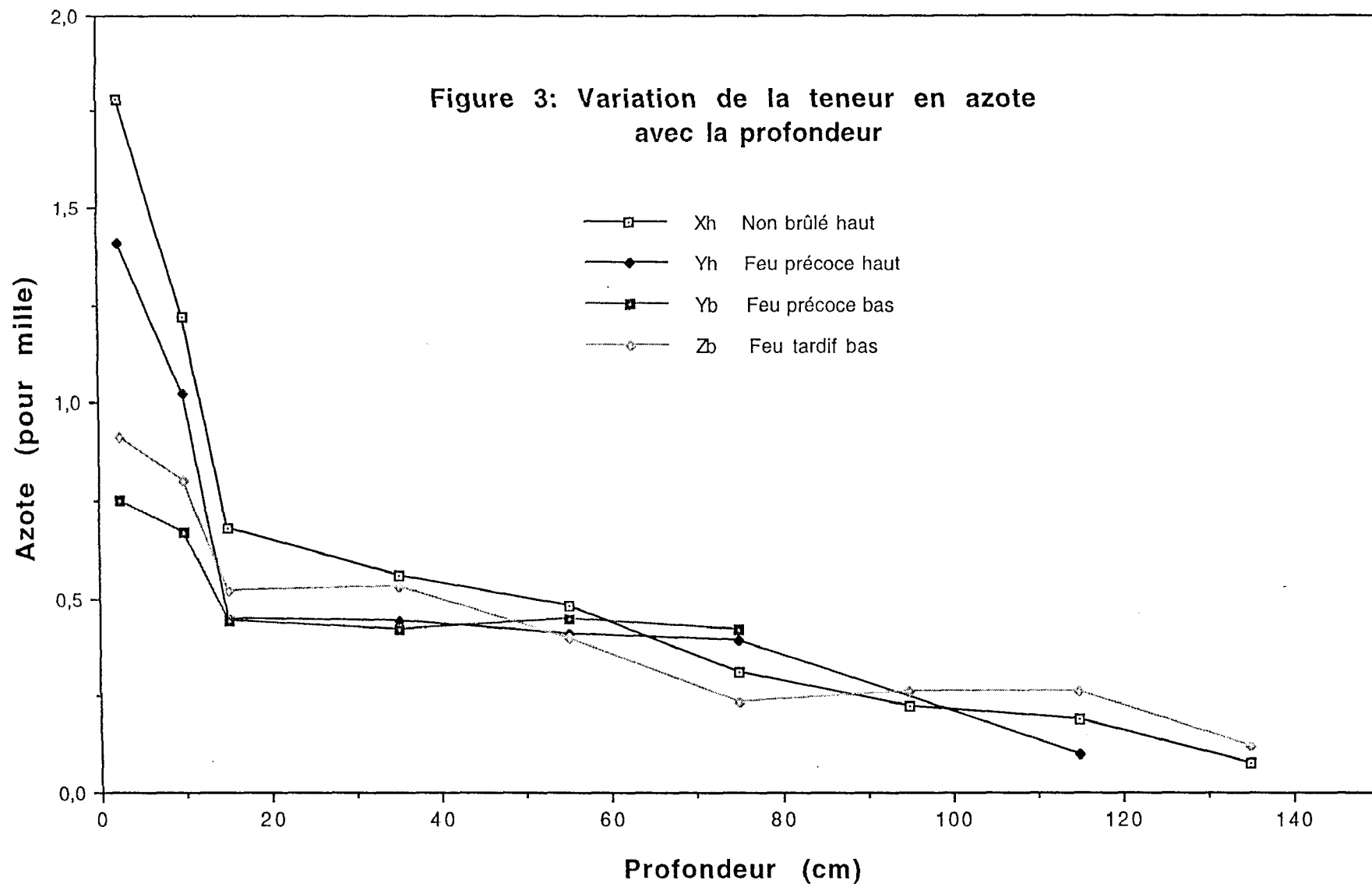
Juillet-septembre 1998.

7. Mesure du  $\delta^{13}\text{C}$  des sols entiers.  
Octobre-novembre 1998.
8. Mesure de l'azote et du carbone total sur une partie des fractions granulométriques.  
Octobre-novembre 1998.
9. Mesure du  $\delta^{13}\text{C}$  sur une partie des fractions granulométriques.  
Novembre-décembre 1998.
10. Composition chimique (sucres extractibles, lignine) de la matière organique des sols entiers.  
Avril-novembre 1998.
11. Mesure du potentiel de minéralisation de l'azote et du carbone total des sols par incubation en atmosphères contrôlées d'une partie des sols entiers.  
Avril-novembre 1998.
12. Rédaction d'un article sur les atmosphères mesurées *in situ*.  
Juillet-septembre 1998.
13. Rédaction d'un article sur la signature isotopique du carbone dans les sols entiers et les fractions granulométriques.  
Janvier-février 1999.
14. Rédaction d'un article reliant les indicateurs chimiques au taux de renouvellement de la matière organique et aux potentiels de minéralisation du carbone et de l'azote.  
Mars-mai 1999.

# LOCALISATION DES FOSSES DANS LES PARCELLES D'AUBREVILLE







## PARCELLES FEUX DE KOKONDEKRO

### INTERPRETATION DES ANALYSES EFFECTUEES SUR LES PRELEVEMENTS D'AVRIL 96

Les prélèvements effectués sont de deux types :

- un prélèvement portant sur la couche 0-15cm (tarière à prélèvement racinaire de  $\varnothing$  8cm ) constitué de 5 carottes réparties au hasard sur la parcelle. Les carottes prélevées ont été placées dans un récipient, mélangées et une aliquote en a été prélevée qui a été transmise au laboratoire URA-GERDAT),
- un prélèvement unique effectué avec le même type de matériel et qui a été placé dans une boîte permettant sa conservation "en l'état". Cet échantillon a été en priorité utilisé pour les mesures de porosimétrie (M. Fortier UR-FCM).

Pour permettre de vérifier si l'échantillon utilisé pour les analyses physiques était représentatif de la parcelle, les analyses chimiques courantes ont aussi été effectuées sur le reliquat d'échantillons une fois les analyses de porosimétrie effectuées. L'analyse a alors été complétée par quelques caractéristiques physiques sur la terre fine. Un fractionnement physique de la matière organique du sol (Méthode Feller) a aussi été effectué sur les échantillons de terre fine (J. Roméro UR-FCM).

### ANALYSES CHIMIQUES :

Les résultats des analyses effectuées sur les deux types de prélèvement figurent au tableau I.

L'analyse granulométrique n'a été effectuée que sur les reliquats d'échantillons non remaniés.

On y remarque la similitude des résultats pour les parcelles protégées et feu tardif mais une particularité dont il sera tenu compte dans l'interprétation des données de porosimétrie pour l'échantillon "feu précoce".

Les analyses chimiques effectuées sur les deux types d'échantillons donnent des résultats proches pratiquement toutes les variables, on peut donc considérer les prélèvements uniques pour analyse physique comme convenablement représentatifs de la parcelle, même si, pour une étude correcte il aurait été préférable de disposer d'au moins 6 carottes.

Au point de vue chimique, la parcelle "protégée" présente, logiquement, les teneurs les plus élevées et le complexe adsorbant le mieux fourni en particulier pour Mg et K. Le pH légèrement plus acide dans le cas des parcelles brûlées se traduit au niveau du complexe adsorbant par une teneur plus forte en Mn échangeable sur ce type de parcelles. Les différences dans les niveaux de P assimilable sont trop faibles pour pouvoir être significatives au niveau de la fertilité. En principe toutes les parcelles sont pauvres en P assimilable.

Les teneurs en Carbone total et azote total (matière organique) sont environ deux fois plus fortes sur la parcelle protégée du feu.

### LES ANALYSES PHYSIQUES ET LE FRACTIONNEMENT DE LA MATIERE ORGANIQUE.

#### Porosimétrie au mercure.

La Porosimétrie au mercure permet d'évaluer le volume poreux et la répartition des pores en fonction de leur diamètre d'accès au mercure. Le mercure étant un fluide non mouillant, son intrusion dans la porosité ne peut se faire que par l'application d'une pression. Considérant les pores cylindriques,



la pression appliquée peut être reliée au diamètre des pores par la loi de Jurin dont l'expression est :

$$P = -4 T \cos A / D$$

Avec T : tension superficielle du mercure égale à 0.485 N/m, A : angle de raccordement du ménisque à l'interface mercure-solide égal à 130°, D : diamètre exprimé en mètre et P : pression en Pascal, soit  $P = 1.245/D$  (Fiès, 1984).

Avec l'appareil utilisé (Pore Sizer 9310, Micromeritics), la gamme de diamètres s'étend de 300 à 0.006  $\mu\text{m}$ . L'échantillon d'une taille inférieure à 20 mm, déshydraté par passage à l'étuve à 105°C, est préalablement soumis à un vide de l'ordre de  $1.10^{-5}$  MPa avant le remplissage de la cellule par le mercure. Afin de rendre toutes les courbes comparables, les valeurs d'intrusion sont ramenées à un diamètre de référence par interpolation entre deux mesures successives.

Le tableau I relate les valeurs moyennes (4 répétitions) des divers paramètres obtenus en porosimétrie au mercure. Du fait de la nature gravillonnaire des échantillons, les éléments grossiers sont extraits après passage au porosimètre, leur volume mesuré par poussée hydrostatique et leur poids calculé sur la base d'une densité apparente de 2.39, ce qui nous permet d'obtenir les poids et volume de terre fine et d'en estimer son volume poreux. La comparaison statistique des différentes situations par paramètre, réalisée selon le test de Newman-Keuls, est schématisée par une lettre, une même lettre indiquant une différence non significative au seuil de 5%.

Mis à part les densités apparentes, sol où terre fine, les variations observées ne permettent pas de différencier statistiquement les situations quel que soit le critère retenu.

Tableau II : résultats moyens des paramètres obtenus en porosimétrie

	feu précoce		feu tardif		parcelle protégée	
	moyenne	erreur type	moyenne	erreur type	moyenne	erreur type
intrusion cm <sup>3</sup> /g	0.1634 a	0.0153	0.1800 a	0.0158	0.1930 a	0.0034
surface spécifique m <sup>2</sup> /g	6.36 a	1.28	8.73 a	1.24	7.65 a	0.24
diamètre médian $\mu\text{m}$	6.64 a	1.48	3.56 a	1.54	11.32 a	3.91
diamètre moyen $\mu\text{m}$	0.1102 a	0.0158	0.0857 a	0.0080	0.1007 a	0.0015
densité apparente	1.873 a	0.039	1.720 b	0.020	1.722 b	0.007
densité des solides	2.699 a	0.077	2.496 a	0.068	2.575 a	0.010
porosité cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0.3046 a	0.0247	0.3089 a	0.0245	0.3311 a	0.0052
EGp %	16.2 a	7.4	3.1 a	1.3	11.8 a	1.5
EGv %	13.1 a	6.3	2.2 a	0.9	8.5 a	1.1
densité apparente TF	1.795 a	0.005	1.705 b	0.014	1.660 c	0.005
intrusion TF cm <sup>3</sup> /g	0.1887 a	0.0127	0.1842 a	0.0149	0.2143 a	0.0016
porosité TF cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0.3387 a	0.0220	0.3137 a	0.0237	0.3558 a	0.0021

Tableau II : caractéristiques porales des parcelles

	feu précocé	feu tardif	parcelle protégée
porosité totale cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0.3048	0.3089	0.3321
- diamètre médian $\mu\text{m}$	6.64	3.55	11.32
limite de classe $\mu\text{m}$	0.314	0.400	1.950
porosité D>0.3 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0.2210	0.1956	0.1928
- diamètre modal $\mu\text{m}$	20.36	64.37/16.17	102.02
- diamètre médian $\mu\text{m}$	19.01	19.05	106.48
porosité D<0.3 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0.0838	0.1133	0.1393
- diamètre modal $\mu\text{m}$	0.0351	0.0351	0.0448
- diamètre médian $\mu\text{m}$	0.0523	0.0493	0.0935
% porosité D>0.3 $\mu\text{m}$	72.50	63.32	58.05
% porosité D<0.3 $\mu\text{m}$	27.50	36.68	41.95

L'observation des courbes de distribution de la taille des pores, dérivées des courbes cumulées (fig 1) montre que celles-ci sont nettement bimodales, séparant la porosité en deux grandes classes de pores pour un diamètre moyen de l'ordre de 0.35 $\mu\text{m}$  en ce qui concerne les parcelles soumises à brûlage et de 2 $\mu\text{m}$  pour la parcelle protégée. La valeur de diamètre de 0.35 $\mu\text{m}$  est équivalente à celle observée sur des sols ferrallitiques (Carvalho et al, 1991 ; Hartman, 1991) ou ferrugineux du Sénégal (Colleuille, 1993).

La première classe (D<0.3 $\mu\text{m}$ ) correspond à la porosité matricielle développée en général par l'assemblage des particules les plus fines du sol. La parcelle protégée présente une porosité plus importante que les parcelles soumises à brûlage. De même, des valeurs supérieures du diamètre modal et du diamètre médian caractérisent un plus grand étalement de ce type de porosité lié vraisemblablement à une protection due à la matière organique. La hauteur du pic suit logiquement quant à elle la teneur en argile.

La seconde classe (D>0.3 $\mu\text{m}$ ) correspond à la porosité ménagée par l'assemblage des agrégats entre eux. Cette partie des courbes présente une allure monomodale, plus ou moins prononcée, pour la parcelle sous feu précocé et pour la parcelle protégée, et une allure bimodale pour la parcelle sous feu tardif. La mauvaise définition de ce mode, notamment pour la parcelle sous feu tardif, peut être attribuée à la présence d'assemblages, plus ou moins compacts, d'agrégats incluant, plus ou moins, de sables et limons grossiers (Colleuille, 1993). La nature graveleuse des échantillons pourrait exacerber ce phénomène. La parcelle protégée présente une porosité légèrement plus faible que celles des parcelles soumises à brûlage, mais de diamètre médian très supérieur caractérisant une porosité plus grossière.

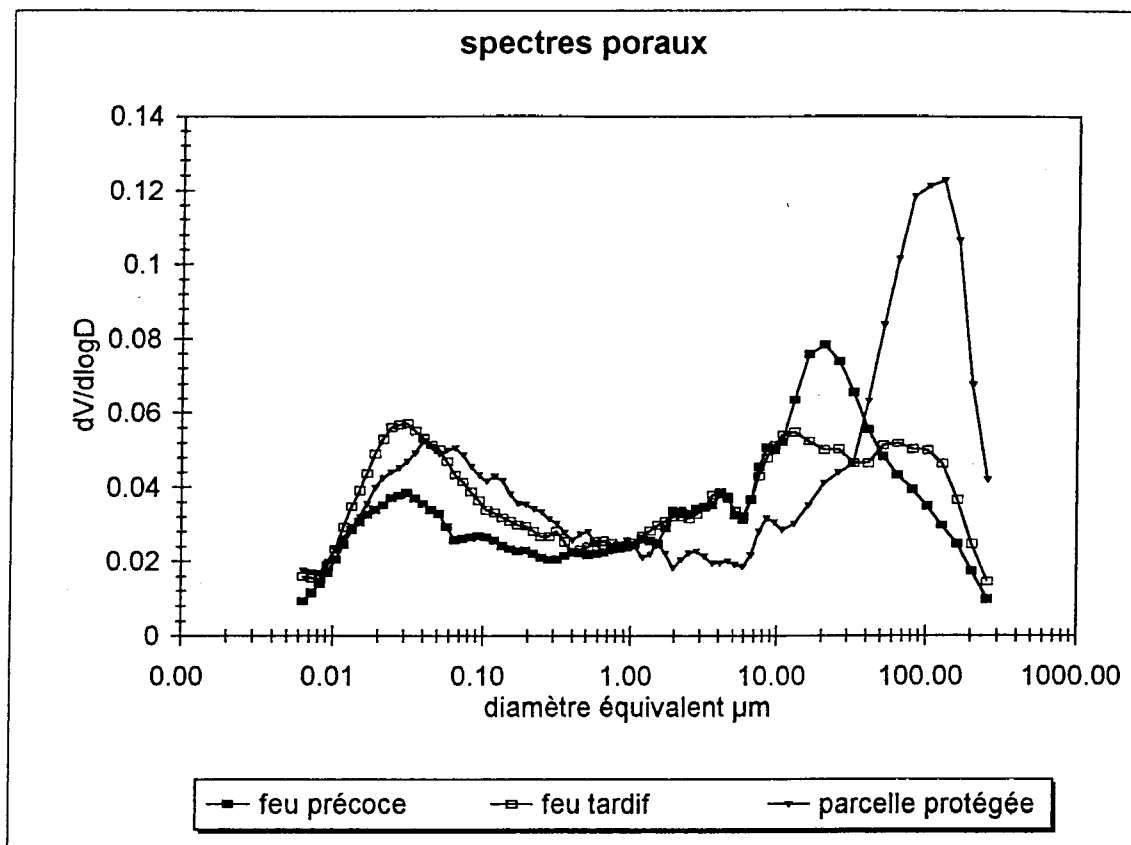


Figure 1 : spectres poraux des diverses situations

Globalement, les parcelles soumises au brûlage sont moins poreuses que la parcelle protégée. L'utilisation d'une distribution de la porosité en quatre classes de diamètre de pores (tableau 3), fonctionnelles par rapport à l'eau (Chamayou, Legros, 1989), permet de bien mettre en évidence les différences observées (tableau 4).

Tableau III : classes de porosité fonctionnelle

Porosité	Limites( $\mu\text{m}$ )	Qualité
macro	$300 > D > 60$	drainage, aération
méso	$60 > D > 6$	écoulement lent
micro	$6 > D > 0.2$	l'essentiel de la RU
matricielle	$D < 0.2$	PF4.2

Ainsi, par rapport à la parcelle protégée, les parcelles soumises à brûlage présentent:

- une porosité matricielle dépendant du taux d'argile,
- une microporosité plus importante,
- une mésoporosité plus importante avec une supériorité pour le feu précoce,
- une baisse de la macroporosité de l'ordre de 50%.

Tableau IV: comparaison des classes de porosité fonctionnelle

Porosité	feu précoce	feu tardif	parcelle protégée
macro	0.0436 - 14.3% b	0.0532 - 17.3% b	0.1129 - 34.1% a
méso	0.1092 - 35.8% a	0.0812 - 26.3% b	0.0623 - 18.7% c
micro	0.0747 - 24.5% a	0.0738 - 23.9% a	0.0589 - 17.7% a
matricielle	0.0773 - 25.4% a	0.1006 - 32.5% a	0.0980 - 29.5% a

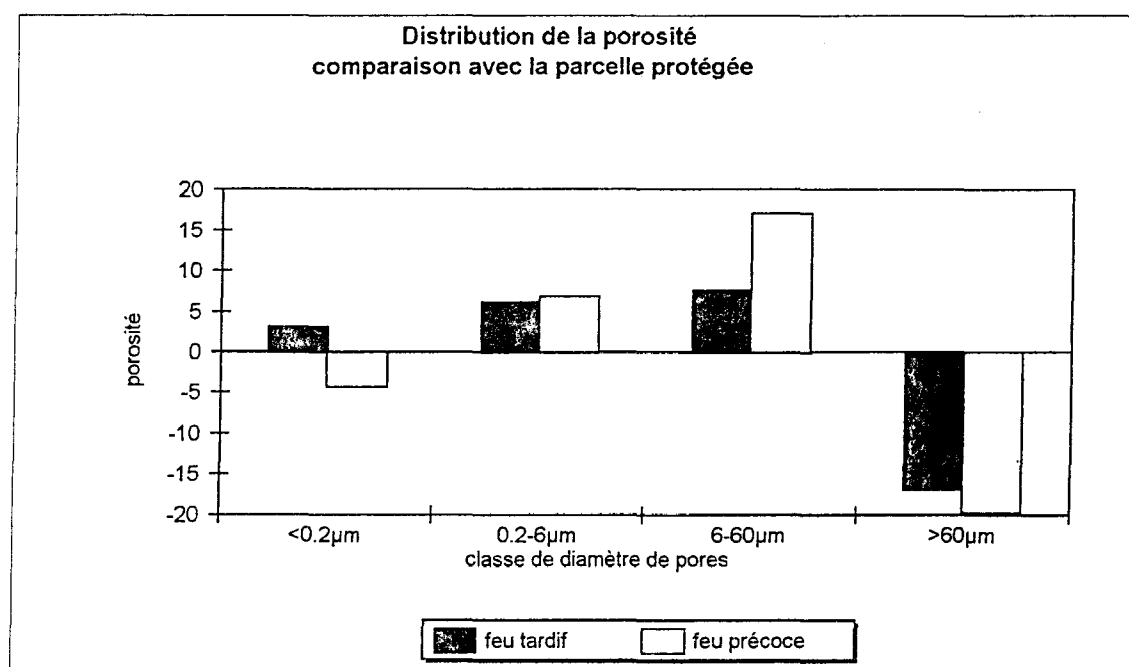


Figure 2 : comparaison des classes porales

En conclusion , à cette échelle de mesure, si les critères globaux de la porosité ne différencient pas statistiquement les traitements, par contre l'étude de la distribution de la porosité permet de mettre en évidence une porosité plus grossière de la parcelle protégée par rapport aux parcelles soumises au brûlage, qui se manifeste par une augmentation notable de la macroporosité. La durée du brûlage ne semble jouer que sur la mésoporosité qui diminue lorsque la durée augmente.

#### Stabilité structurale.

Avec des valeurs de  $I_s$  respectivement de 0.56, 0.65 et 0.59, la parcelle protégée et les parcelles sous feu tardif et feu précoce ne présentent pas de différence, et le critère  $\log 10 I_s < 1$  les classent dans les sols à structure très stable. L'impact du brûlage ne semble donc pas affecter ce paramètre.

#### Matière organique.(tableau 5)

Le taux de matière organique passe de 3.32% pour la parcelle protégée à 2.63% pour la parcelle sous feu tardif et 1.79% pour la parcelle sous feu précoce. L'impact du brûlage et de sa durée affecte donc sérieusement ce paramètre, mais l'on aurait pu s'attendre à une inversion entre feu tardif et feu précoce. Néanmoins les pourcentages de carbone

et d'azote évoluent dans le même sens, aboutissant à des valeurs de C/N plus importantes pour les parcelles soumises à brûlage.

Tableau V: Résultats relatifs au fractionnement de la matière organique.

	fractions			sols		
	parcelle protégée	feu tardif	feu précoce	parcelle protégée	feu tardif	feu précoce
M.O%				3.32	2.63	1.79
C%total				1.93	1.53	1.04
N‰ total				1.61	1.02	0.70
C/N				12.0	15.0	14.9
C% f <20µm	3.34	3.07	3.65	0.96	1.00	0.74
C% f 20-50µm	1.69	1.16	0.94	0.10	0.07	0.04
C% f 50-200µm	1.85	1.08	0.67	0.37	0.22	0.11
C% f >200µm	0.77	0.47	0.17	0.33	0.18	0.10
N‰ f <20µm	3.51	2.26	2.72	1.01	0.74	0.55
N‰ f 20-50µm	1.50	0.82	0.68	0.09	0.05	0.03
N‰ f 50-200µm	1.79	0.83	0.51	0.35	0.17	0.08
N‰ f >200µm	0.66	0.32	0.22	0.28	0.12	0.13
Nhydro.Ntot ppm				62.0	48.5	68.2
Nhydro.NH4 ppm				17.0	6.0	16.0
Nhydro.NO3 ppm				11.0	4.0	14.0

Tableau V bis : Répartition des fractions granulométriques pour les diverses parcelles (%/sol total).

parcelle	0-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm
protégée	28.8	6.0	29.8	42.6
feu tardif	32.7	6.1	20.4	37.9
feu précoce	20.2	4.3	16.1	59.0

Le fractionnement granulométrique de la matière organique montre une distribution pratiquement équivalente entre le carbone et l'azote, la fraction fine (A+L.f) représentant de la moitié au trois-quarts de la quantité totale. Les proportions de matière obtenues pour chaque fraction sont différentes selon les parcelles mais ne reflètent pas l'ordre constaté par l'analyse granulométrique. La méthode de dispersion des agrégats étant très différentes dans ces deux méthodes il pourrait s'agir d'une nature différente de l'agrégation mais il faudrait confirmer cela par une étude sur un nombre plus élevé d'échantillons. Les teneurs des diverses fractions diminuent fortement entre la parcelle protégée et les deux parcelles brûlées, même dans le cas de la fraction la plus fine (tableau VI) même si dans ce cas la perte de teneur en N est beaucoup plus faible..

Tableau VI : Evolution des teneurs en N (% relatif) des parcelles feu précoce et tardif par rapport à la parcelle protégée.

Fraction	0-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm
Feu tardif	-35.6	-45.3	-53.6	-51.5
Feu précoce	-22.5	-54.7	-71.5	-66.7

RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

	REFERENCE	physique	moy	physique	moy	physique	moy
	HORIZON	0-15	0/15 cm	0-15	0/15 cm	0-15	0/15 cm
	DESIGN	Protege	protege	precoce	precoce	Tardif	tardif
meq/100 g	Al cob	0	0	0	0	0	0
meq/100 g	Ca cob	5.7	4.66	4.85	3.22	4.7	3.94
meq/100 g	CEC cob	9.98	8.17	6.97	5.28	7.5	6.14
meq/100 g	H cob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
meq/100 g	K cob	0.41	0.34	0.17	0.23	0.26	0.26
meq/100 g	Mg cob	3.06	2.59	1.24	1.35	1.65	1.57
meq/100 g	Mn cob	0.07	0.04	0.04	0.01	0.14	0.04
meq/100 g	Na cob	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01
	pH cob	6.06	5.84	6.08	6.48	5.8	5.99
	somme	9.18	7.62	6.27	4.8	6.61	5.79
	sat	0.92	0.93	0.9	0.91	0.88	0.94
%	carbone	1.93	1.79	1.04	0.96	1.53	1.35
mg/g	Ntot CHN	1.61	1.44	0.7	0.64	1.02	1.00
mg/kg P	P Olsen	11.7	8.4	9.0	15.7	14.6	10.4
	pH eau	6.55	6.35	6.4	7.1	6.15	6.75
	pH KCl	5.9	5.35	5.85	5.95	5.5	5.45
mg/kg P	P total	312		278		307	
mg/kg K	K tot	77.21		36.83		41.49	
agrégats %	stab alcool	90.72		86.17		87.1	
agrégats %	stab benzène	73.72		69.74		73.2	
agrégats %	stab eau	85.04		74.68		77.22	
%	Is Hénin	0.56		0.59		0.65	
%	(A+L) maxi	23		21.5		25	
%	Sab Gros max	46.84		48.45		45.38	
%	argile	22.7		14.2		24.2	
%	lim fin	8.6		5.6		9.5	
%	lim grossiers	6.6		5.6		6.5	
%	sab fin	15.5		13.8		16	
%	sab gros	46.7		60.8		43.8	

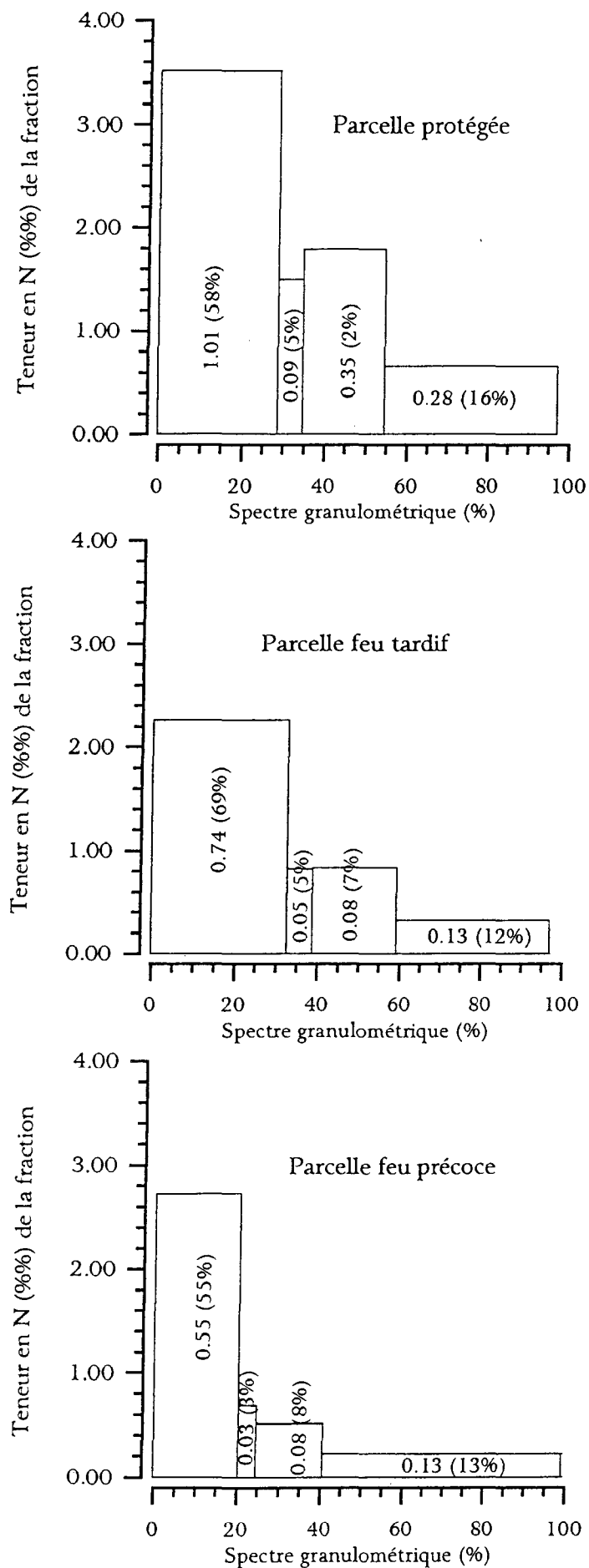


Figure 3 : Distribution de l'azote dans les différentes fractions granulométriques.

## **Extraits des rapports :**

### **Compte-rendu de mission en Côte d'Ivoire du 11 au 21 octobre 1995**

Didier LESUEUR et Marc DUCOUSSO

Cirad-forêt Montpellier Mai 1996

et

### **Récapitulatifs des principaux résultats obtenus et perspectives sur les mycorhizes et la mycorhization d'espèces d'intérêt agroforestier**

Marc DUCOUSSO

Cirad-forêt Montpellier Mai 1997

---

#### **Calendrier de la mission**

...

Mercredi 18 octobre 1995 : Déplacement sur Bouaké

Jeudi 19 octobre 1995 : Visite des parcelles feux dans la station de Kokondékro.  
Prélèvements de sol et de racine de différentes espèces au sein des 3 traitements étudiés (feu tardif, feu précoce et protection intégrale)  
Déplacement sur Abidjan

...

#### **Travail effectué à Bouaké - Station de kokondékro**

Nous avons visité l'essai mis en place en 1936 à la station de kokondékro par A. Aubréville afin d'étudier les effets des feux de brousse sur l'évolution de la végétation. On y trouve un dispositif très simple avec une parcelle feu tardif, une parcelle feu précoce et une parcelle témoin. De très nombreuses données ont été recueillies sur ces trois parcelles (botanique, macrofaune du sol,...). Il nous a été demandé de réaliser une approche microbiologique qui va consister à évaluer quantitativement les populations de rhizobium et de mycorhizes présentes.

Des prélèvements de sols et de racines ont été effectués dans les trois traitements :

#### **Dénombrement en laboratoire des rhizobiums dans les prélèvements de sol:**

Les dénombrements de rhizobiums présents dans les différents échantillons ont été réalisés suivant la technique dite de NPM. Cela consiste à remettre en suspension 10 g de sol dans 90 ml d'eau stérile. Après une agitation vigoureuse de 10 minutes (200-3000 rpm), on prélève 1 ml du mélange pour le verser dans 4ml d'eau stérile (le prélèvement du mélange doit être parfaitement réalisé car il va conditionner toutes les dilutions qui vont être réalisées par la suite). Après agitation au vortex, 4 plantes élevées stérilement dans des tubes en verre sont inoculées chacune avec un ml de ce mélange. Le ml restant est utilisé pour préparer la dilution suivante (1ml pour 4 ml d'eau stérile). L'opération est répétée six fois et pour chaque dilution on inocule 4 plantes



d'une même espèce de légumineuses. La durée d'incubation des plantes est d'environ 6 semaines dans la chambre de culture. Pour déterminer le nombre de rhizobiums présent dans chaque échantillon de sol analysé, on compte pour chaque dilution le nombre de plantes nodulées et, en se référant à des abaques, on peut ainsi déterminer à combien de rhizobiums cela correspond.

### **Dénombrement et diversité des spores de Glomales (mycorhizes)**

Les spores de Glomales présentes dans 100 g de sol prélevés dans chacune des parcelles de cet essai sont extraites par la méthode de tamisage humide suivi d'une double centrifugation dans un gradient de saccharose. Les spores extraites sont dénombrées par type morphologique à l'aide d'une loupe binoculaire. Le nombre et la diversité des spores de champignons mycorhiziens de chacune des parcelles élémentaires sera ainsi connu.

### **Etat d'infection des principales espèces**

Dans chaque parcelle, des prélèvements de racines totalisant 5 à 10 g de matière fraîche sont fixées dans des tubes à hémolyse contenant du GEE. Ces échantillons sont utilisés pour estimer le taux d'infection par les endomycorhizes des plantes présentes. La connaissance de l'état d'infection des espèces de chaque parcelle élémentaire est un complément essentiel de l'estimation de la diversité et du nombre de spores.

### **Observations de la mycorhization des espèces dans les "parcelles feu" d'Aubréville.**

Trois traitements "feu" différents (feu précoce, feu tardif et protection contre le feu) appliqués sur une zone de savane ont conduit à des formations végétales très différentes tant du point de vue de l'importance du couvert végétal que de la diversité spécifique.

#### **Objectifs**

- ◆ Observer et quantifier l'importance du couvert végétal sur les champignons mycorhiziens
- ◆ Etablir et/ou préciser l'état des espèces mycorhizien présentes sur le site
- ◆ Rechercher de nouvelles espèces à ectomycorhizes

#### **Résultats**

L'observation de la mycorhization de deux espèces (*Terminalia glaucescens* et *Pterocarpus erinaceus*) n'a pas permis de mettre en évidence de différences importantes entre les traitements "feu".

Par contre, l'observation des spores du sol a révélé une diversité élevée, notamment en espèces du genre *Scutellospora* dans la parcelle protégée (de 5 à 36 spores par 100 g et 24 types de spores au total).

Dans les parcelles "feu tardif" et "feu précoce", les spores sont beaucoup plus nombreuses mais moins diversifiées ( de 145 à 350 spores par 100 g de sol et 11 types de spores au total dont 2 très fréquents et 9 rares). La partie de la parcelle "feu précoce" installée sur sol relativement riche et maintenant sous forêt n'a pas été prise en compte.

Dans la parcelle protégée, de nombreuses espèces ont été décrites à MA. Des ectomycorhizes ont

été recherchées chez les espèces des familles suivantes : Mimosaceae, Caesalpiaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae et Myrtaceae. Aucune ectomycorhize typique n'a pu être observée directement *in situ*. Après coloration spécifique et observation au microscope, des ectomycorhizes ont été observées chez *Azelia africana*, *Anthonota crassifolia* et *Uapaca heudelotii*.